

Vehicle steering control arrangement

Patent number: DE19830548
Publication date: 1999-02-25
Inventor: KAGAWA KAZUNORI (JP); GOTO TAKESHI (JP); SATOH KUNIHITO (JP)
Applicant: TOYOTA MOTOR CO LTD (JP)
Classification:
- **international:** *B62D1/28; G05D1/02; B62D1/00; G05D1/02; (IPC1-7): G05D1/02; B62D6/00; G05D3/12*
- **europaean:** B62D1/28; G05D1/02E6V; G05D1/02E14M; G05D1/02E16B
Application number: DE19981030548 19980708
Priority number(s): JP19970183965 19970709; JP19970257060 19970922; JP19970270173 19971002

Report a data error here

Abstract of DE19830548

The control arrangement includes an arrangement which provides a number of reference lines (60) which extend along the lane (48) and are arranged parallel to each other in a width of the lane. A selection arrangement selects a target movement line from the multitude of reference lines in response to a movement condition of the vehicle. A torque generation arrangement provides a steering torque for moving the vehicle in direction of the target movement line. The control arrangement recognizes a lane, on which a vehicle moves, and controls a steering torque, so that the vehicle moves along the lane. A reference line adjustment arrangement adjusts a number of reference lines which extend along the lane and are arranged parallel to each other in a width of the lane. A target movement line selection selects a target movement line from the multitude of reference lines in response to a movement condition of the vehicle. A torque generation arrangement provides a steering torque for adjusting a line of movement of the vehicle in direction of the target movement line.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Fahrzeuglenkstellvorrichtung und insbesondere auf eine Fahrzeuglenkstellvorrichtung, die eine Lenkbetätigung unterstützt, so daß eine Bewegungslinie des Fahrzeugs mit einer Zielbewegungslinie übereinstimmt.

In der japanischen Offenlegungsschrift Nr. 7-104856 ist eine bekannte Vorrichtung offenbart zum Erzeugen einer Lenkkraft, wenn eine aktuelle Bewegungslinie eines Fahrzeugs von einer zuvor bestimmten Bewegungslinie (nachfolgend als vorbestimmte Linie bezeichnet) abweicht, so daß das Fahrzeug in einer Richtung bewegt wird, in der die aktuelle Bewegungslinie näher an die vorbestimmte Linie verschoben wird. Die vorgenannte bekannte Vorrichtung weist eine Einrichtung auf zum Erfassen eines Bereichs einer Fahrspur, auf der sich das Fahrzeug bewegt, und eine Einrichtung zum Erfassen eines Flächenbereichs, in dem sich das Fahrzeug in der Fahrspur bewegt. Darüber hinaus weist die vorgenannte Vorrichtung eine Einrichtung auf zum Erzeugen eines Lenkdrehmoments, um das Fahrzeug in eine Mitte der Fahrspur zurückzuführen, wenn das Fahrzeug in Richtung einer Seite der Fahrspur verschoben wird. Nachfolgend wird dieses Lenkdrehmoment als Rückkehrlenkdrehmoment bezeichnet.

Gemäß der vorgenannten Vorrichtung kann eine Situation, bei der die Bewegungslinie des Fahrzeugs von der vorbestimmten Linie abweicht, durch Erzeugen eines Rückkehrlenkdrehmoments einem Fahrer des Fahrzeugs übermittelt werden. Darüber hinaus kann der Fahrer des mit der vorgenannten bekannten Vorrichtung ausgestatteten Fahrzeugs das Fahrzeug durch die Unterstützung anhand des Rückkehrlenkdrehmoments auf einfache Weise auf die vorbestimmte Linie zurückführen. Gemäß der vorgenannten bekannten Vorrichtung kann die Bewegung des Fahrzeugs somit auf einfache Weise und sicher auf der vorbestimmten Linie beibehalten werden.

Im allgemeinen unterscheiden sich ein für einen Fahrer komfortables Gefühl bereitstellende Bewegungslinien fahrerabhängig. Bei der vorgenannten bekannten Vorrichtung wird allerdings ohne Berücksichtigung eines solchen individuellen Unterschieds immer eine feste Linie festgelegt. Bei der vorgenannten bekannten Vorrichtung kann das Rückkehrlenkdrehmoment einer Lenkbetätigung durch den Fahrer entgegenwirken, wenn eine durch den Fahrer gewünschte Bewegungslinie nicht mit der vorbestimmten Linie übereinstimmt. Diesbezüglich unterstützt die vorgenannte bekannte Vorrichtung eine Lenkbetätigung durch einen Fahrer nicht immer optimal.

Darüber hinaus kann die vorgenannte bekannte Vorrichtung den Fahrer durch automatisches Erzeugen eines Rückkehrlenkdrehmoments vorwarnen, wenn das Fahrzeug aus verschiedenen Gründen zu einer Seite der Fahrspur, auf der sich das Fahrzeug bewegt, verschoben wird. Gemäß der vorgenannten bekannten Vorrichtung wird das Fahrzeug am Verlassen der Fahrspur gehindert, auf der das Fahrzeug beibehalten werden sollte. Es kann jedoch ein Hindernis wie beispielsweise ein Motorrad auf der Fahrspur vorhanden sein. In einem solchen Fall muß sich das Fahrzeug auf eine Seite der Fahrspur bewegen, um dem Hindernis auszuweichen. Die vorgenannte bekannte Vorrichtung erzeugt jedoch ein Rückkehrlenkdrehmoment, um das Fahrzeug in die Mitte der Fahrspur zurückzuführen. Dementsprechend muß der Fahrer des Fahrzeugs eine Lenkbetätigung zum Widerstehen der Rückkehrlenkkraft durchführen, wenn ein Versuch einer Bewegung entlang einer Seite der Fahrspur unternommen wird, um einem Hindernis auszuweichen. Somit ergibt sich bei der vorgenannten bekannten Vorrichtung die

Problematik des Beibehaltens einer Bewegung eines Fahrzeugs entlang einer Seite einer Fahrspur, wenn sich das Fahrzeug auf der Seite der Fahrspur bewegen muß, um einem Hindernis auszuweichen.

Wie vorstehend erwähnt, weist die bekannte Vorrichtung ein Problem dahingehend auf, daß ein Fahrer ein Fahrzeug nicht zum Bewegen entlang einer gewünschten Linie innerhalb einer Fahrspur, in der sich das Fahrzeug bewegt, steuern kann, da die bekannte Vorrichtung immer ein Lenkdrehmoment zum Beibehalten des Fahrzeugs auf einer festen Linie oder immer ein zu einem Abstand zwischen der festen Linie und dem Fahrzeug proportionales Lenkdrehmoment erzeugt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Fahrzeuglenkstellvorrichtung bereit zustellen, bei der die vorgenannten Probleme vermieden werden.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt im Bereitstellen einer Fahrzeuglenkstellvorrichtung zum Steuern eines Lenkdrehmoments zum Bewegen des Fahrzeugs in Richtung einer durch einen Fahrer gewünschten oder für das Fahrzeug geeigneten Linie.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt im Bereitstellen einer Fahrzeuglenkstellvorrichtung zum Steuern eines Lenkdrehmoments zum Bereitstellen eines Fahrzeugs mit guter Lenkcharakteristik, wenn ein Fahrer den Versuch unternimmt, das Fahrzeug auf eine Seite einer Fahrspur zu bewegen, auf der sich das Fahrzeug bewegt, wobei ein Verlassen der Fahrspur durch das Fahrzeug verhindert wird.

Erfindungsgemäß werden die vorgenannten Aufgaben gelöst durch eine Fahrzeuglenkstellvorrichtung zum Erkennen einer Fahrspur, auf der sich ein Fahrzeug bewegt, und zum Steuern eines Lenkdrehmoments des Fahrzeugs, so daß sich das Fahrzeug entlang der Fahrspur bewegt, wobei die Fahrzeuglenkstellvorrichtung umfaßt:

eine Bezugslinieneinstelleinrichtung zum Einstellen einer Vielzahl von Bezugslinien, die sich entlang der Fahrspur erstrecken und in einer Breitenrichtung der Fahrspur parallel zueinander angeordnet sind,

einer Zielbewegungslinienauswahleinrichtung zum Auswählen einer Zielbewegungslinie aus der Vielzahl von Bezugslinien in Übereinstimmung mit einem Bewegungszustand des Fahrzeugs, und einer Rückkehrlenkdrehmomenterzeugungseinrichtung zum Erzeugen eines Lenkdrehmoments zum Verschieben einer Bewegungslinie des Fahrzeugs in Richtung der Zielbewegungslinie.

Erfindungsgemäß wird das Lenkdrehmoment so gesteuert, daß die Bewegungslinie des Fahrzeugs mit der Zielbewegungslinie übereinstimmt. Die Zielbewegungslinie wird als eine der Vielzahl von auf der Fahrspur eingestellten Bezugslinien bestimmt, wobei die Zielbewegungslinie für einen Bewegungszustand des Fahrzeugs optimal ist. Dementsprechend wird das Lenkdrehmoment erfindungsgemäß so gesteuert, daß sich das Fahrzeug auf der für den Bewegungszustand des Fahrzeugs geeignetsten Bewegungslinie bewegt.

In der vorgenannten Erfindung kann die Zielbewegungslinienauswahleinrichtung eine der Bezugslinien auswählen, die eine durch eine Lenkbetätigung eines Fahrers des Fahrzeugs realisierte Lenkbetriebslinie als Zielbewegungslinie annähert.

Dementsprechend wird die Ziellinie als eine der Bezugslinien bestimmt, die die Lenkbetriebslinie annähert, d. h. eine Linie, auf der der Fahrer das Fahrzeug zu bewegen beabsichtigt.

Darüber hinaus kann die erfindungsgemäße Fahrzeuglenkstellvorrichtung weiterhin umfassen: eine Abweichungsvermeidungsbereichseinstelleinrichtung

zum Einstellen eines Abweichungsvermeidungsbereichs auf einer Seite der Fahrspur, und eine Abweichungsvermeidungsdrehmomenterzeugungseinrichtung für einen Lenkdrehmoment zum Bewegen des Fahrzeugs in Richtung einer Mitte der Fahrspur, wenn die Bewegungslinie des Fahrzeugs den Abweichungsvermeidungsbereich überlappt.

Erfindungsgemäß kann die Bewegungslinie den Abweichungsvermeidungsbereich überlappen, wenn die Bewegungslinie des Fahrzeugs zu einer Seite der Fahrspur verschoben wird. Dies führt zu einer Erzeugung eines Drehmoments (nachfolgend als Abweichungsvermeidungsdrehmoment bezeichnet), durch den das Fahrzeug in Richtung der Mitte der Fahrspur bewegt wird. Gemäß Abweichungsvermeidungsdrehmoment wird ein Verlassen der Fahrspur durch das Fahrzeug wirksam verhindert.

Darüber hinaus kann die erfindungsgemäße Fahrzeuglenkstellvorrichtung weiterhin umfassen: eine Zustandserkennungseinrichtung zum Erkennen von Zuständen eines Bewegungspfad des Fahrzeugs, und eine Steuerverstärkungsänderungseinrichtung zum Ändern einer Größe des durch die Abweichungsvermeidungsdrehmomenterzeugungseinrichtung erzeugten Lenkdrehmoments in Übereinstimmung mit den Zuständen des Bewegungspfad.

Bei dieser Erfindung wird die Größe des Abweichungsvermeidungsdrehmoments in Übereinstimmung mit den Zuständen eines Bewegungspfad des Fahrzeugs geändert. Die Zustände des Bewegungspfad des Fahrzeugs umfassen einen Zustand, der eine Abweichung des Fahrzeugs von der Fahrspur zulässt, und einen Zustand, der eine Abweichung des Fahrzeugs von der Fahrspur nicht zulassen kann. In der vorliegenden Erfindung wird das Abweichungsvermeidungsdrehmoment größer eingestellt, wenn das Erfordernis der Vermeidung der Abweichung erhöht ist. Dementsprechend kann eine Abweichung des Fahrzeugs in einem Zustand positiv verhindert werden, indem das Erfordernis der Vermeidung der Abweichung hoch ist. Darüber hinaus kann eine Flexibilität der Lenkbetätigung in einem Zustand beibehalten werden, indem das Erfordernis der Vermeidung der Abweichung gering ist.

Darüber hinaus kann die vorgenannte Erfindung weiterhin umfassen: eine Zustandserkennungseinrichtung zum Erkennen von Zuständen eines Bewegungspfad des Fahrzeugs, wobei die Abweichungsvermeidungsbereichseinstelleinrichtung eine Bereichsbreiteinstelleinrichtung enthält zum Einstellen einer Breite des Abweichungsvermeidungsbereichs in Übereinstimmung mit den Zuständen des Bewegungspfad.

In dieser Erfindung wird die Größe des Abweichungsvermeidungsdrehmoments in Übereinstimmung mit den Zuständen eines Bewegungspfad des Fahrzeugs geändert. Die Zustände des Bewegungspfad des Fahrzeugs umfassen einen Zustand, der eine Abweichung des Fahrzeugs von der Fahrspur zulässt, und einen Zustand, der eine Abweichung des Fahrzeugs von der Fahrspur nicht zulassen kann. In der vorliegenden Erfindung wird die Breite des Abweichungsvermeidungsbereichs mit zunehmendem Erfordernis der Abweichungsvermeidung vergrößert. Dementsprechend kann die Abweichung des Fahrzeugs unter einer Bedingung positiv verhindert werden, bei der das Erfordernis der Abweichungsvermeidung hoch ist. Darüber hinaus kann eine Flexibilität der Lenkbetätigung unter einer Bedingung beibehalten werden, bei der das Erfordernis der Abweichungsvermeidung gering ist.

Weiterhin kann die vorgenannte Erfindung umfassen: eine Lenkbetriebslinienlernereinrichtung zum Lernen einer

Lenkbetriebslinie bezüglich eines jeden Zustands des Bewegungspfad, wobei die Lenkbetriebslinie durch eine durch einen Fahrer des Fahrzeugs durchgeführte Lenkbetätigung realisiert wird,

5 wobei die Bereichsbreiteinstelleinrichtung eine Lernergebniswiedergabeeinrichtung enthält zum Wiedergeben eines Lernergebnisses der Lenkbetriebslinienlernereinrichtung in der Breite des Abweichungsvermeidungsbereichs.

Erfindungsgemäß wird die Lenkbetriebslinie für alle Zustände des Bewegungspfad gelernt. Gemäß diesem Lernvorgang kann eine Bewegungslinie, die der Fahrer zum Führen des Fahrzeugs beabsichtigt, für jeden Zustand des Bewegungspfad erfaßt werden. Mit anderen Worten kann für jeden Zustand des Bewegungspfad ein Bereich erfaßt werden, zu dem der Fahrer das Fahrzeug nicht bewegen möchte. Der Bereich, zu dem der Fahrer das Fahrzeug nicht bewegen möchte, entspricht einem Bereich, in den das Fahrzeug eintritt, wenn sich das Fahrzeug entlang einer durch den Fahrer nicht beabsichtigten Bewegungslinie bewegt. Dementsprechend sollte das Fahrzeug in einem solchen Bereich in Richtung der Mitte der Fahrspur bewegt werden. In der vorliegenden Erfindung wird das Ergebnis des Lernvorgangs so wiedergegeben, daß der Bereich, zu dem der Fahrer das Fahrzeug nicht zu führen beabsichtigt, als der Abweichungsvermeidungsbereich eingestellt wird. Wird der Abweichungsvermeidungsbereich gemäß vorstehender Beschreibung eingestellt, kann eine Abweichung des Fahrzeugs in Richtung des normalerweise durch den Fahrer nicht verwendeten Bereichs wirksam vermieden werden, während ein flexibler Betrieb in einem üblicherweise durch den Fahrer verwendeten Bereich beibehalten werden kann.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Fahrzeuglenkstellvorrichtung bereitgestellt, mit:

35 einer Fahrspurbereichserfassungseinrichtung zum Erfassen eines Fahrspurbereichs, der sich vor einem mit der Fahrzeuglenkstellvorrichtung ausgestatteten Fahrzeug erstreckt, einer Rückkehrlenkdrehmomenterzeugungseinrichtung zum Erzeugen eines Rückkehrlenkdrehmoments zum Leiten des Fahrzeugs in Richtung einer Mitte des Fahrspurbereichs, wenn sich das Fahrzeug zu einem in einem Seitenbereich des Fahrspurbereichs vorgesehenen Steuerbereich bewegt, einer Absichtsbestimmungseinrichtung zum Bestimmen, ob die Bewegung des Fahrzeugs zu dem Steuerbereich durch einen Fahrer des Fahrzeugs beabsichtigt erfolgt, oder nicht, und einer Rückkehrlenkdrehmomentbeschränkungseinrichtung zum Beschränken der Erzeugung des Rückkehrlenkdrehmoments, wenn festgestellt wird, daß der Fahrer das Fahrzeug bewußt zu dem Steuerbereich bewegt.

Erfindungsgemäß wird der Steuerbereich in einem Seitenbereich des Fahrspurbereichs bereitgestellt. Tritt das Fahrzeug in den Steuerbereich ein, so wird das Rückkehrlenkdrehmoment zum Leiten des Fahrzeugs in Richtung der Mitte des Fahrspurbereichs erzeugt. Wird das Rückkehrlenkdrehmoment beim Verschieben des Fahrzeugs zu einem Seitenbereich des Fahrspurbereichs erzeugt, so kann ein Abweichen des Fahrzeugs von dem Fahrspurbereich vermieden werden, solange der Fahrer des Fahrzeugs das Fahrzeug nicht bewußt außerhalb des Fahrspurbereichs bewegt.

Es kann ein Fall auftreten, bei dem der Fahrer das Fahrzeug bewußt auf einen Seitenbereich des Fahrspurbereichs bewegt, um einem Hindernis in dem Fahrspurbereich auszuweichen. Erfindungsgemäß wird die Erzeugung des Rückkehrlenkdrehmoments verhindert, wenn das Fahrzeug bewußt zu dem Steuerbereich bewegt wird. Dementsprechend kann ein guter Lenkbetrieb realisiert werden, wenn das

Fahrzeug zu einer Seite des Fahrspurbereichs bewegt wird.

In der vorgenannten Erfindung kann die Absichtsbestimmungseinrichtung eine Fortdauermeßeinrichtung enthalten zum Messen einer Fortdauer, während der sich das Fahrzeug in dem Steuerbereich bewegt, und die Rückkehrlenkdrehmomentbeschränkungseinrichtung kann eine erste Verhinderungseinrichtung enthalten zum Verhindern der Erzeugung des Rückkehrlenkdrehmoments, wenn die Fortdauer eine vorbestimmte Zeitdauer erreicht.

Dementsprechend kann das Fahrzeug den Steuerbereich beim unbeabsichtigten Eintreten in den Steuerbereich nach einer kurzen Zeitdauer verlassen, wenn der Fahrer das Fahrzeug unbeabsichtigt zu dem Seitenbereich des Fahrspurbereichs bewegt. Dementsprechend kann ein unbeabsichtigtes Bewegen des Fahrzeugs zu dem Seitenbereich des Fahrspurbereichs durch den Fahrer bestimmt werden, wenn die Fortdauer, während der sich das Fahrzeug in dem Steuerbereich bewegt, länger als der vorbestimmte Schwellwert ist. Erfindungsgemäß kann die Absicht des Fahrers somit genau erkannt werden.

In der vorgenannten Erfindung kann darüber hinaus die Absichtsbestimmungseinrichtung eine Verhinderungszustandsbestimmungseinrichtung enthalten zum Bestimmen, ob das Fahrzeug zu einem außerhalb des Steuerbereichs vorgesehenen Verhinderungsbereich bewegt wird, und die Rückkehrlenkdrehmomentbeschränkungseinrichtung kann eine zweite Verhinderungseinrichtung enthalten zum Verhindern der Erzeugung des Rückkehrlenkdrehmoments, wenn das Fahrzeug in den Verhinderungsbereich eintritt.

Erfindungsgemäß kann das Fahrzeug den Steuerbereich beim unbeabsichtigten Eintreten in den Steuerbereich nach einer kurzen Zeitdauer verlassen, wenn der Fahrer das Fahrzeug unbeabsichtigt zu dem Seitenbereich des Fahrspurbereichs bewegt. Dementsprechend kann bestimmt werden, daß der Fahrer das Fahrzeug bewußt zu dem Seitenbereich des Fahrspurbereichs bewegt, wenn das Fahrzeug den außerhalb des Steuerbereichs befindlichen Verhinderungsbereich erreicht. Erfindungsgemäß kann die Absicht des Fahrers somit genau erkannt werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird darüber hinaus eine Fahrzeuglenkstellvorrichtung bereitgestellt mit:
einer Fahrspurbereichserfassungseinrichtung zum Erfassen eines sich vor einem mit der Fahrzeuglenkstellvorrichtung ausgestatteten Fahrzeug erstreckenden Fahrspurbereichs, und
einer Rückkehrlenkdrehmomenterzeugungseinrichtung zum Erzeugen eines Rückkehrlenkdrehmoments zum Leiten des Fahrzeugs in Richtung einer Mitte des Fahrspurbereichs, wenn sich das Fahrzeug zu einem in einem Seitenbereich des Fahrspurbereichs vorgesehenen Steuerbereich bewegt, wobei die Rückkehrlenkdrehmomenterzeugungseinrichtung das Rückkehrlenkdrehmoment für eine vorbestimmte Zeitdauer nach dem Eintreten des Fahrzeugs in den Steuerbereich erzeugt.

Erfindungsgemäß wird das Rückkehrlenkdrehmoment für die Fortdauerperiode erzeugt, wenn das Fahrzeug in den Steuerbereich eintritt. Der Fahrer fühlt das Rückkehrlenkdrehmoment über das Lenkrad und erkennt, daß das Fahrzeug in den Steuerbereich eingetreten ist. Nachdem das Rückkehrlenkdrehmoment aufgehoben ist, kann ein guter Lenkbetrieb erfolgen. Tritt das Fahrzeug unbeabsichtigt in den Steuerbereich ein, so kann der Fahrer eine Lenkbetätigung zum Rückführen des Fahrzeugs in Richtung einer Mitte des Fahrspurbereichs durchführen, nachdem der Fahrer das Rückkehrlenkdrehmoment gefühlt hat. Tritt das Fahrzeug bewußt in den Steuerbereich ein, so führt der Fahrer eine Lenkbetätigung zum Bewegen des Fahrzeugs in den

Seitenbereich des Fahrspurbereichs durch.

Darüber hinaus kann die erfindungsgemäße Fahrzeuglenkstellvorrichtung weiterhin eine Abweichungsvermeidungseinrichtung umfassen zum Erzeugen eines Abweichungsvermeidungslenkdrehmoments zum Leiten des Fahrzeugs in Richtung einer Mitte des Fahrspurbereichs, wenn sich das Fahrzeug in einem außerhalb des Steuerbereichs vorgesehenen Abweichungsvermeidungsbereich bewegt.

Erfindungsgemäß ist der Abweichungsvermeidungsbereich außerhalb des Steuerbereichs vorgesehen. Tritt das Fahrzeug in den jenseits des Steuerbereichs vorgesehenen Abweichungsvermeidungsbereich ein, so wird das Abweichungsvermeidungslenkdrehmoment erzeugt, um das Fahrzeug in Richtung einer Mitte des Fahrspurbereichs zu bewegen. Dementsprechend wird ein Abweichen des Fahrzeugs von dem Fahrspurbereich wirksam verhindert.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird darüber hinaus eine Fahrzeuglenkstellvorrichtung bereitgestellt mit:

einer Führungslinienerkennungseinrichtung zum Erkennen einer Führungslinie auf einer Straße, auf der sich ein mit der Fahrzeuglenkstellvorrichtung ausgestattetes Fahrzeug bewegt,
einer Lenkstellvorrichtung zum Steuern einer Lenkoperation des Fahrzeugs durch Erfassen eines Positionszustands des Fahrzeugs bezüglich der durch die Führungslinienerkennungseinrichtung erkannten Führungslinie,
einer Alarmierungsdrehmomentbereitstellungseinrichtung zum Hinweisen eines Fahrers des Fahrzeugs durch Zuführen eines Drehmoments zu einer Lenkmechanik des Fahrzeugs in Übereinstimmung mit einem Positionszustand des Fahrzeugs bezüglich der Führungslinie,
einer Folgedrehmomentbereitstellungseinrichtung zum Einstellen einer Zielposition auf der Straße in Übereinstimmung mit einem Ergebnis der Erkennung der Führungslinie, und zum Zuführen eines Drehmoments zu der Lenkmechanik, so daß das Fahrzeug der Zielposition folgt,
einer Bewegungszustandserfassungseinrichtung zum Erfassen eines Bewegungszustands des Fahrzeugs, und
einer Zielpositionskorrektureinrichtung zum Korrigieren der Zielposition in Übereinstimmung mit dem durch die Bewegungszustandserfassungseinrichtung erfaßten Bewegungszustand.

Erfindungsgemäß kann der Fahrer anhand des dem Fahrer über die Lenkmechanik übermittelten Drehmoments erkennen, in welcher Entfernung von der Führungslinie sich das Fahrzeug befindet, da das auf die Lenkmechanik einwirkende Drehmoment in Übereinstimmung mit dem Positionszustand des Fahrzeugs bezüglich der Führungslinie verändert wird. Darüber hinaus kann der Fahrer ein Folgen der Zielposition durch das Fahrzeug auf einfache Weise beibehalten, da das Drehmoment so auf die Lenkmechanik einwirkt, daß das Fahrzeug der Zielposition folgt, wodurch ein Abweichen des Fahrzeugs von der Straße vermieden werden kann. Weiterhin kann die Zielposition auf eine gewünschte Position geändert werden, da die Zielposition in Übereinstimmung mit dem Bewegungszustand des Fahrzeugs korrigiert wird, was zu einer stabilen Bewegung des Fahrzeugs ohne ein Gefühl der Inkongruenz führt.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Systemaufbaudiagramm eines in einem ersten bis fünften Ausführungsbeispiel verwendeten erfindungsgemäßen Systems.

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines mit einer erfin-

dungsgemäßen Lenkstellervorrichtung ausgestatteten Fahrzeugs und einer sich vor dem Fahrzeug erstreckenden Straße.

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer virtuellen Oberfläche der Straße, auf der sich das mit der erfindungsgemäßen Lenkstellervorrichtung ausgestattete Fahrzeug bewegt, und einer auf der virtuellen Oberfläche vorgesehenen virtuellen Kugel.

Fig. 4 ein Flußdiagramm eines Beispiels für eine durch das erste Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführte Steueroutine.

Fig. 5 ein Flußdiagramm eines Beispiels für eine durch das zweite Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführte Steueroutine.

Fig. 6 ein Flußdiagramm eines Beispiels für eine durch das dritte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführte Steueroutine.

Fig. 7 ein Flußdiagramm eines Beispiels für eine durch das vierte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführte Steueroutine.

Fig. 8 ein Flußdiagramm eines Beispiels für eine durch das fünfte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführte Steueroutine.

Fig. 9 eine Darstellung eines virtuellen Querschnitts einer Straße zum Erläutern einer Grundoperation einer Lenkstellervorrichtung gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 10 eine Darstellung mit einer Bewegungslinie eines ein Motorrad passierenden Fahrzeugs.

Fig. 11 ein Flußdiagramm einer durch die Lenkstellervorrichtung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel ausgeführten Steueroutine.

Fig. 12 eine Darstellung eines virtuellen Querschnitts einer Straße zum Erläutern einer Operation einer Lenkstellervorrichtung gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 13 ein Flußdiagramm einer durch die Lenkstellervorrichtung gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel ausgeführten Steueroutine.

Fig. 14 eine Darstellung eines virtuellen Querschnitts einer Straße zum Erläutern einer Operation einer Lenkstellervorrichtung gemäß einem achten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 15 ein Flußdiagramm einer durch die Lenkstellervorrichtung gemäß dem achten Ausführungsbeispiel ausgeführten Steueroutine.

Fig. 16 eine Darstellung eines virtuellen Querschnitts einer Straße zum Erläutern einer Operation einer Lenkstellervorrichtung gemäß einem neunten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 17 ein Flußdiagramm einer durch die Lenkstellervorrichtung gemäß dem neunten Ausführungsbeispiel ausgeführten Steueroutine.

Fig. 18 eine Darstellung eines virtuellen Querschnitts einer Straße zum Erläutern einer Operation einer Lenkstellervorrichtung gemäß einem zehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 19 ein Flußdiagramm einer durch die Lenkstellervorrichtung gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel ausgeführten Steueroutine.

Fig. 20 ein Blockschaltbild zum Erläutern einer Grundoperation einer Fahrzeuglenkstellervorrichtung gemäß einem elften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 21 ein Systemaufbaudiagramm der Fahrzeuglenkstellervorrichtung gemäß dem elften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 22 eine Darstellung zum Erläutern eines Offsetgrads

eines Fahrzeugs.

Fig. 23 ein Blockschaltbild einer in **Fig. 21** gezeigten ECU.

Fig. 24 ein Flußdiagramm einer Lenkstellervorrichtung gemäß elften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 25 eine Graphik zum Angeben einer Karte einer Positionsstellungsverstärkung für eine geradlinige Fahrspur.

Fig. 26 eine Graphik zum Angeben einer Karte eines Lenkdrehmoments für eine geradlinige Fahrspur.

Fig. 27 eine Graphik zum Angeben einer Karte eines Drehmoments TL für eine Linkskurve.

Fig. 28 eine Graphik zum Angeben einer Karte einer Lenkdrehmomentverstärkung.

Fig. 29 eine Graphik mit einer Karte eines Drehmoments TR für eine Rechtskurve.

Fig. 30 ein Flußdiagramm einer Lenkstellervorrichtung.

Fig. 31 eine Darstellung zum Erläutern einer Beziehung zwischen einem aktuellen Queroffsetgrad und einer Stellungsverstärkung.

Fig. 32 ein Flußdiagramm eines Unterbrechungsvorgangs.

Fig. 33 eine Darstellung zum Erläutern einer Bewegung eines mit der Lenkstellervorrichtung gemäß dem elften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgestatteten Fahrzeugs.

Fig. 34 ein Flußdiagramm eines Unterbrechungsvorgangs der erfindungsgemäßen Lenkstellervorrichtung.

Fig. 35 eine Darstellung zum Erläutern einer Bewegung eines mit der Lenkstellervorrichtung gemäß dem elften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgestatteten Fahrzeugs.

Fig. 36 eine Darstellung zum Erläutern einer Änderung einer Zielposition, und

Fig. 37 ein Flußdiagramm eines Unterbrechungsvorgangs der erfindungsgemäßen Lenkstellervorrichtung.

Es folgt eine Beschreibung eines ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung. **Fig. 1** zeigt ein Systemaufbaudiagramm einer Fahrzeuglenkstellervorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die Fahrzeuglenksteuerung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel weist eine elektronische Stellereinheit 10 (nachfolgend als ECU 10 bezeichnet) auf. Die Lenkstellervorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel wird durch die ECU 10 gesteuert.

Die Lenkstellervorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel umfaßt eine Videokamera 12. Die Videokamera 12 dient zum Aufnehmen eines Bilds einer Straße vor einem Fahrzeug über eine vorbestimmte Länge. Die Videokamera 12 ist an eine Bildverarbeitungseinrichtung 14 angeschlossen. Die von der Videokamera 12 aus gegebenen Bildsignale umfassen Signale bezüglich einer auf der Straße gezeichneten Linie, einer Führungsschiene und eines vor dem mit der Videokamera 12 ausgestatteten Fahrzeug befindlichen Fahrzeugs.

Die Bildverarbeitungseinrichtung 14 extrahiert die der auf der Straße gezeichneten weißen Linie entsprechenden Signale. Die von der Bildverarbeitungseinrichtung 14 ausgegebenen Signale enthalten die extrahierte Information bezüglich der weißen Linie. Die so extrahierte weiße Linie kann als eine Grenzlinie einer sich vor dem Fahrzeug erstreckenden Fahrspur betrachtet werden. Das Ausgangssignal der Bildverarbeitungseinrichtung 14 wird der ECU 10 zugeführt. Die ECU 10 erkennt einen Bereich der Fahrspur, in der sich das Fahrzeug bewegt, basierend auf dem Ausgangssignal der Bildverarbeitungseinrichtung 14.

Die Lenkstellervorrichtung enthält einen Fahrzeugzustandssensor 16. Der Fahrzeugzustandssensor 16 enthält

Sensoren zum Erfassen einer Fahrzeuggeschwindigkeit V , einer Giergeschwindigkeit γ , einer Längsbeschleunigung G_x und einer Querbeschleunigung G_y . Ein Ausgangssignal des Fahrzeugzustandssensors 16 wird der ECU 10 zugeführt. Die ECU 10 erfaßt einen Zustand des Fahrzeugs basierend auf dem Ausgangssignal des Fahrzeugzustandssensors 16.

Die Lenksteuervorrichtung enthält ein globales Positionsbestimmungssystem 18 (nachfolgend als GPS (Global Positioning System) bezeichnet). Das GPS 18 ist mit einer GPS-Antenne 20 verbunden. Das GPS 18 kann eine geographische Breite und eine geographische Länge des Fahrzeugs spezifizieren. Ein Ausgangssignal des GPS 18 wird einer Navigationseinrichtung 22 zugeführt. Die Navigationseinrichtung 22 ist mit der ECU 10 verbunden. Die ECU 10 erfaßt eine Position des Fahrzeugs und einen Radius der Straße, auf der sich das Fahrzeug bewegt, basierend auf durch die Navigationseinrichtung 22 zugeführten Daten.

Die Lenksteuervorrichtung enthält eine Informationsschnittstelle 24. Die Informationsschnittstelle 24 weist eine Funktion als Alarmeinheit, eine Funktion als Anzeigeeinheit und eine Funktion als Bedienungseinheit auf. Die Informationsschnittstelle 24 ist mit der ECU 10 verbunden. In der Längssteuervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird eine gewünschte Operation über die Informationsschnittstelle 24 durchgeführt. Darüber hinaus werden in der Lenksteuervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel eine erforderliche Alarmerung und Anzeige über die Informationsschnittstelle 24 durchgeführt.

Die Lenksteuervorrichtung enthält ein Lenkrad 26. Das Lenkrad 26 ist mit einer Lenkwelle 28 verbunden. Die Lenkwelle 28 ist mit einem Lenkwinkelsensor 30 ausgestattet. Der Lenkwinkelsensor 30 erzeugt ein einem Lenkwinkel θ des Lenkrads 26 entsprechendes Ausgangssignal. Das Ausgangssignal des Lenkwinkelsensors 30 wird der ECU 10 zugeführt. Die ECU 10 erfaßt Lenkwinkel θ basierend auf dem Ausgangssignal des Lenkwinkelsensors 30.

Die Lenkwelle 28 ist mit einem Drehmomentsensor 32 ausgestattet. Der Drehmomentsensor 32 gibt ein einem zu der Lenkwelle 28 übertragenen Lenkdrehmoment T entsprechendes elektrisches Signal aus. Das Ausgangssignal des Drehmomentsensors 32 wird der ECU 10 zugeführt. Die ECU 10 erfaßt das Lenkdrehmoment T basierend auf dem Ausgangssignal des Drehmomentsensors 32. Die Lenkwelle 28 ist über eine Getriebemechanik 34 mit einem Motor 36 verbunden. Die Getriebemechanik 34 überträgt ein durch den Motor 36 erzeugtes Drehmoment (nachfolgend als Motordrehmoment TM bezeichnet) zu der Lenkwelle 28. Der Motor 36 ist über eine Treiberschaltung 38 mit der ECU 10 verbunden. Die Treiberschaltung 38 führt dem Motor 36 einen Ansteuerstrom zu, der einem durch die ECU 10 erzeugten Befehlssignal entspricht. Dementsprechend erzeugt der Motor 36 das Motordrehmoment TM im Ansprechen auf das durch die ECU 10 erzeugte Befehlssignal.

Es folgt eine Beschreibung einer Grundoperation der Lenksteuervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf die Fig. 2 und 3.

Fig. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht eines mit der Lenksteuervorrichtung ausgestatteten Fahrzeugs 40 gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel und eine sich vor dem Fahrzeug 40 erstreckende Straße 42. Zum Anzeigen der Grenzen der Fahrspuren sind weiße Linien 44 und 46 auf die Straße 42 gezeichnet. Die in dem Fahrzeug 40 vorgesehene Videokamera 12 nimmt ein Bild der weißen Linien 44 und 46 vor dem Fahrzeug 40 auf. Die Bildverarbeitungseinrichtung 14 extrahiert die weißen Linien 44 und 46 durch Verarbeiten des durch die Videokamera 12 zugeführten Bildsignals und führt der ECU 10 Daten bezüglich den Positionen

der weißen Linien 44 und 46 zu.

Die ECU 10 erkennt die Positionen der weißen Linien 44 und 46 basierend auf den Daten bezüglich der weißen Linien 44 und 46 vor dem Fahrzeug, wobei die Daten der Bildverarbeitungseinrichtung 14 zugeführt werden. Danach erkennt die ECU 10 einen Bereich zwischen den weißen Linien 44 und 46 als eine Fahrspur 48, auf der sich das Fahrzeug 40 bewegt. Darüber hinaus nimmt die ECU 10 eine Bewegungslinie des Fahrzeugs 40 basierend auf einem Zustand des Fahrzeugs 40 wie beispielsweise eine Fahrzeuggeschwindigkeit V oder eine Giergeschwindigkeit γ und ein Lenkwinkel θ an. Die Bewegungslinie wird nachfolgend als "angenommene Bewegungslinie" bezeichnet.

Die ECU 10 erfaßt einen Bereich der Fahrspur 48, in dem die angenommene Bewegungslinie in einer vorbestimmte Distanz L_0 vor dem Fahrzeug 40 existiert. Danach steuert die ECU 10 den Motor 36 zum Erzeugen eines Motordrehmoments TM zum Korrigieren des Lenkwinkels θ , so daß die angenommene Bewegungslinie mit einer Zielbewegungslinie übereinstimmt. Dieses Motordrehmoment TM wird nachfolgend als "Rückkehrlenkdrehmoment" bezeichnet.

Fig. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht einer virtuellen Oberfläche 50 der Straße 42 und einer auf der virtuellen Oberfläche 50 vorgesehenen virtuellen Kugel 52. Die Straße 42 weist also über der gesamten Breite eine flache Oberfläche auf. Die Lenksteuervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel erzeugt das Rückkehrlenkdrehmoment TM , so daß ein Verhalten des Fahrzeugs 40 bei dessen Bewegung auf der Straße 42 mit einem Verhalten der virtuellen Kugel 52 auf der virtuellen Oberfläche 50 übereinstimmt.

In Fig. 3 werden ein Steuerbereich 54 in der Mitte der Fahrspur 48 und Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 auf jeder Seite der Fahrspur 48 eingestellt. Eine Vielzahl von Rillen 60 sind in dem Steuerbereich 54 eingestellt, wobei sich alle Rillen entlang der Fahrspur 48 und in der Breitenrichtung der Fahrspur 48 parallel zueinander erstrecken. Die Rillen 60 können als auf dem flachen Steuerbereich 54 in der virtuellen Oberfläche 50 vorgesehene Rillen dargestellt werden. Darüber hinaus können die Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 in der virtuellen Oberfläche 50 als eine Konfiguration dargestellt werden, bei der die Oberfläche ausgehend von einer inneren Seite der Fahrspur 48 in Richtung einer jeden Seite der Fahrspur 48 ansteigt.

Die auf der virtuellen Oberfläche 50 vorgesehene virtuelle Kugel 52 bewegt sich so, daß eine stabile Position in der Fahrspur 48 realisiert wird. Die virtuelle Kugel 52 auf der virtuellen Oberfläche 50 wird in einen stabilen Zustand versetzt, wenn sich die virtuelle Kugel 52 in dem Steuerbereich 54 und nicht in einer der Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 befindet. Darüber hinaus wird die virtuelle Kugel in dem Steuerbereich 54 in einen stabilen Zustand versetzt, wenn sich die virtuelle Kugel 52 im Eingriff mit einer der Rillen 60 befindet. Dementsprechend neigt die Kugel 52 auf der virtuellen Oberfläche 50 zur Bewegung auf der Straße 42 unter Beibehaltung eines Eingriffs mit einer der Rillen 60.

In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel stellt die ECU 10 den Steuerbereich 54 und die Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 in der durch die Videokamera 12 erfaßten Fahrspur 48 und eine vorbestimmte Zahl von Rillen 60 in dem Steuerbereich 54 ein.

Die ECU 10 wählt eine der Rillen 60 als Zielbewegungslinie aus und erzeugt das Rückkehrlenkdrehmoment zum Angleichen der angenommenen Bewegungslinie des Fahrzeugs 40 an die gewählte Zielbewegungslinie. Darüber hinaus erzeugt die ECU 10 das Rückkehrlenkdrehmoment TM

entsprechend einem Unterschied zwischen der angenommenen Bewegungslinie und der Zielbewegungslinie, wenn die angenommene Bewegungslinie des Fahrzeugs 40 in einen der Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 eintritt. Dieses Rückkehrlenkdrehmoment wird nachfolgend als "Abweichungsvermeidungsdrehmoment TM" bezeichnet.

Gemäß dem vorgenannten Ablauf bewegt sich das Fahrzeug 40 auf der Straße 42 so, als ob das Fahrzeug 40 einer der Rillen 60 (nachfolgend als gewählte Rille bezeichnet) folgt, die als die Zielbewegungslinie gewählt wurde. Darüber hinaus wird das Abweichungsvermeidungsdrehmoment TM erzeugt, wenn die Bewegungslinie des Fahrzeugs 40 in Richtung einer der Seiten der Straße 42 verschoben wird, so daß ein Abweichen des Fahrzeugs 40 von der Fahrspur 48 verhindert wird. Gemäß der Lenksteuervorrichtung des vorliegenden Ausführungsbeispiels kann das Verhalten des sich auf der Straße 42 bewegenden Fahrzeugs 40 an das Verhalten der sich auf der virtuellen Oberfläche 50 bewegenden virtuellen Kugel 52 angeglichen werden.

Die ein komfortables Gefühl für einen Fahrer des sich auf der Straße 42 bewegenden Fahrzeugs bereitstellende Bewegungslinie ist nicht immer gleich. Dementsprechend können Unterschiede zwischen der gewählten Rille und einer Linie (nachfolgend als Lenkbetriebslinie bezeichnet) auftreten, entlang der der Fahrer des Fahrzeugs 40 zu bewegen beabsichtigt. Liegt ein solcher Unterschied zwischen der Lenkbetriebslinie und der gewählten Rille vor, so stellt das durch die Lenksteuervorrichtung erzeugte Rückkehrlenkdrehmoment TM eine Kraft dar, die der Lenkbetätigung des Fahrers entgegenwirkt. Dementsprechend kann eine Unterstützungsfunktion zum Folgen einer durch den Fahrer gewünschten Bewegungslinie nicht erreicht werden, wenn die gewählte Rille auf dieselbe Rille unter den Rillen 60 festgelegt ist.

Zur Vermeidung des vorgenannten Problems weist die Lenksteuervorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel eine Funktion dahingehend auf, daß eine der Rillen 60, die eine Näherung der Lenkbetriebslinie darstellt, als neue gewählte Rille ausgewählt wird, wenn ein Unterschied zwischen der Lenkbetriebslinie und der gewählten Rille auftritt. Es folgt eine Beschreibung des vorgenannten Merkmals unter Bezugnahme auf Fig. 4.

Fig. 4 zeigt ein Flußdiagramm eines Beispiels für eine durch die ECU 10 durchgeführte Steueroutine zum Erzielen der vorgenannten Funktion. Die in Fig. 4 gezeigte Routine wird wiederholt gestartet, wenn der Ablauf der Routine beendet ist. Wird die in Fig. 4 gezeigte Routine gestartet, so wird zuerst der Ablauf des Schritts S100 durchgeführt.

Im Schritt S100 wird eine der Rillen 60 gelesen, die durch die ECU 10 durch einen vorherigen Ablauf oder eine Fabrikauslieferungseinstellung als die gewählte Rille gespeichert wurde.

Im Schritt S102 wird ein Abweichungswinkel $\Delta\theta$ berechnet. Der Abweichungswinkel $\Delta\theta$ ist ein für die Übereinstimmung zwischen der Bewegungslinie des Fahrzeugs 40, d. h. der Linie (Lenkbetriebslinie), entlang der der Fahrer das Fahrzeug 40 zu bewegen beabsichtigte und der gewählten Rille erforderlicher Lenkwinkel.

Im Schritt S104 wird bestimmt, ob der Absolutwert $|\Delta\theta|$ des Abweichungswinkels $\Delta\theta$ größer oder gleich einem vorbestimmten Schwellwert $TH\theta$ ist. Der Schwellwert $TH\theta$ ist ein Wert zum Bestimmen, ob der Fahrer das Erreichen der mit der gewählten Rille nicht übereinstimmenden Lenkbetriebslinie beabsichtigt. Dementsprechend kann bei einer Feststellung im Schritt S104, daß $|\Delta\theta| \geq TH\theta$ nicht vorliegt, bestimmt werden, daß der Fahrer nicht beabsichtigt, die mit der gewählten Rille nicht übereinstimmende Lenkbetriebslinie zu erreichen. In diesem Fall wird der Ablauf des Schritts

S106 als nächstes durchgeführt.

Im Schritt S106 wird bestimmt, ob der Abweichungswinkel $\Delta\theta$ gleich "0" ist, oder nicht. Falls $\Delta\theta = 0$ zutrifft, kann bestimmt werden, daß die Bewegungslinie des Fahrzeugs 40 mit der gewählten Rille übereinstimmt, d. h. mit der Zielbewegungslinie. In diesem Fall wird die vorliegende Routine ohne nachfolgende Durchführung eines weiteren Ablaufs beendet. Wird dagegen festgestellt, daß $\Delta\theta \neq 0$ nicht zutrifft, so wird der Ablauf gemäß Schritt S108 als nächstes ausgeführt.

Im Schritt S108 wird ein Rückkehrlenkdrehmoment TM ausgegeben, um den Abweichungswinkel $\Delta\theta$ auf den Wert "0" zu versetzen, d. h. zum Erzielen einer Übereinstimmung zwischen der Bewegungslinie des Fahrzeugs 40 und der Zielbewegungslinie. Nachdem der Ablauf gemäß Schritt S108 beendet ist, wird ein Zustand eingerichtet, der für eine Lenkbetätigung zum Erzielen einer Übereinstimmung zwischen der Bewegungslinie des Fahrzeugs 40 und der Zielbewegungslinie bevorzugt ist. Somit kann das Fahrzeug 40 gemäß dem vorgenannten Ablauf auf einfache Weise und sicher entlang der Zielbewegungslinie bewegt werden. Nachdem der Ablauf gemäß Schritt S108 abgeschlossen ist, ist die vorliegende Routine beendet.

Wird im Schritt S104 der vorliegenden Routine festgestellt, daß $|\Delta\theta| \geq TH\theta$ vorliegt, so kann bestimmt werden, daß der Fahrer das Fahrzeug zum Folgen einer von der Zielbewegungslinie abweichenden Linie führt. In diesem Fall wird nach dem Schritt S104 der Ablauf gemäß dem Schritt S110 durchgeführt.

Im Schritt S110 wird bestimmt, ob der Zustand des Schritts S104 für eine vorbestimmte Zeitperiode t_0 andauert, oder nicht. Wird festgestellt, daß der Zustand des Schritts S104 für die vorbestimmte Zeitdauer t_0 andauert, so kann als Resultat bestimmt werden, daß der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt auf einer von der gewählten Rille abweichenden Linie führt, d. h. der Fahrer beabsichtigt das Erreichen einer von der gewählten Rille abweichenden Lenkbetriebslinie. In diesem Fall wird der Ablauf gemäß dem Schritt S102 als nächstes durchgeführt, um die gewählte Rille in eine mit der Lenkbetriebslinie übereinstimmende Rille zu ändern. Wird dagegen bestimmt, daß $|\Delta\theta| \geq TH\theta$ nicht für die vorbestimmte Zeitperiode t_0 andauert, so kann die Absicht des Fahrers nicht bestimmt werden. Dementsprechend wird bei einer solchen Bestimmung im Schritt S110 als nächstes der Ablauf gemäß dem Schritt S106 durchgeführt.

Im Schritt S112 wird die Ausgabe des Rückkehrlenkdrehmoments gestoppt. Nachdem der Ablauf gemäß dem Schritt S112 durchgeführt wurde, kann der Fahrer auf einfache Weise eine nicht mit der gewählten Rille übereinstimmende Lenkbetriebslinie erreichen.

Im Schritt S114 wird eine der Rillen 60 erfaßt, die eine Näherung der Bewegungslinie des Fahrzeugs 40 darstellt.

Im Schritt S116 wird bestimmt, ob die im Schritt S114 erfaßte Rille der Rillen 60 fest mit einer spezifischen Rille der Rillen 60 übereinstimmt. Wird als Resultat festgestellt, daß die erfaßte Rille noch nicht festliegt, so wird der Ablauf gemäß dem Schritt S114 nochmals durchgeführt. Wird dagegen festgestellt, daß die erfaßte Rille festliegt, so wird als nächstes der Ablauf gemäß dem Schritt S118 durchgeführt.

Im Schritt S118 wird ein Ablauf zum Aktualisieren der gewählten Rille durchgeführt. Im Schritt S118 wird eine der Rillen 60, die in den Schritten S114 und S116 als die mit der Bewegungslinie des Fahrzeugs 40 übereinstimmende Rille bestimmt wurde, als neue gewählte Rille gespeichert. Nachdem der Ablauf gemäß dem Schritt S118 abgeschlossen ist, ist die vorliegende Routine beendet.

Gemäß dem vorgenannten Ablauf wird dann, wenn der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt zu einer von der Ziellinie

abweichenden Linie führt, 1) die Ausgabe des die Lenkbetätigung ver hindernden Rückkehr lenkdrehmoments T_M gestoppt; und 2) es kann ein Rückkehr lenkdrehmoment T_M erzeugt werden, daß das Fahrzeug 40 zu einer Linie als neue Zielbewegungslinie führt, zu der der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt führt. Somit kann das Fahrzeug gemäß der Lenkstellvorrichtung des vorliegenden Ausführungsbeispiels auf einfache Weise und sicher auf einer Bewegungslinie beibehalten werden, die für den Fahrer ein komfortables Gefühl bereitstellt.

Es ist zu beachten, daß die Rillen 60 bei dem vorgenannten Ausführungsbeispiel "Bezugslinien" darstellen. Eine "Bezugslinienseinstelleinrichtung" wird durch Einstellen der Vielzahl von Rillen 60 auf der Straße 42 durch die ECU realisiert. Eine "Zielbewegungslinienseinstelleinrichtung" wird anhand der Durchführung des Ablaufs der Schritte S114 bis S118 durch die ECU realisiert. Eine "Rückkehr lenkdrehmomenterzeugungseinrichtung" wird anhand der Durchführung des Ablaufs der Schritte S100 bis S108 durch die ECU 10 realisiert.

Darüber hinaus wird eine "Abweichungsvermeidungsbe reichseinstelleinrichtung" bei dem vorgenannten Ausführungsbeispiel durch Einstellen der Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 auf jeder Seite der Fahrspur 48 durch die ECU realisiert. Eine "Abweichungsvermeidungsdrehmomenterzeugungseinrichtung" wird durch Veranlassen des Motors 36 zum Erzeugen des Abweichungsvermeidungsdrehmoments T_M durch die ECU 10 realisiert.

Es folgt eine Beschreibung eines zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 5. Eine Lenkstellvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel weist ein Merkmal dahingehend auf, daß eine Bestimmung, ob der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt auf eine von der Zielbewegungslinie abweichende Linie führt, oder nicht, basierend auf einer Größe eines auf das Lenkrad 26 einwirkenden Lenkdrehmoments T erfolgt. Die Lenkstellvorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann durch die eine Routine gemäß Fig. 5 ausführende ECU 10 in dem in Fig. 1 gezeigten Systemaufbau realisiert werden.

Fig. 5 zeigt ein Flußdiagramm eines Beispiels einer in der Lenkstellvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ausgeführten Steuerroutine. Die in Fig. 5 gezeigte Routine wird nach Beendigung ihres gesamten Ablaufs wiederholt gestartet. In Fig. 5 weisen die mit den in Fig. 4 gezeigten Schritten übereinstimmenden Schritte dieselben Schrittnummern auf, und es wird auf eine Beschreibung dieser verzichtet.

In der in Fig. 5 gezeigten Routine wird der Ablauf gemäß dem Schritt S120 nach dem Ablauf der Schritte S100 und S102 durchgeführt.

Im Schritt S120 wird ein Ziellenkdrehmoment T^* berechnet. Das Ziellenkdrehmoment T^* ist ein zum Bewegen des Fahrzeugs 40 entlang der Zielbewegungslinie, d. h. zum Bewegen des Fahrzeugs 40 entlang der gewählten Rille, erforderliches Lenkdrehmoment. Im Schritt S120 wird das Ziellenkdrehmoment T^* basierend auf einem Radius der gewählten Rille, einer Fahrzeuggeschwindigkeit V einem Lenkwinkel θ , einer Giergeschwindigkeit γ und einem Rückkehr lenkdrehmoment T_M berechnet.

Im Schritt S122 wird eine Lenkdrehmomentabweichung ΔT berechnet. Die Lenkdrehmomentabweichung ΔT ist ein Absolutwert $|T - T^*|$ einer Differenz zwischen dem durch den Drehmomentsensor 32 erfaßten Lenkdrehmoment T und dem Ziellenkdrehmoment T^* . Ein Wert der Lenkdrehmomentabweichung ΔT kann als Wert des durch den Fahrer zum Bewegen des Fahrzeugs 40 von der Zielbewegungslinie eingegebenen Lenkdrehmoments betrachtet werden.

Im Schritt S124 wird bestimmt, ob die Lenkdrehmomentabweichung ΔT größer oder gleich einem vorbestimmten Schwellwertdrehmoment T_{TTT} ist. Wird als Resultat festgestellt, daß $\Delta T > T_{TTT}$ nicht vorliegt, so kann bestimmt werden, daß der Fahrer das Fahrzeug 40 unbeabsichtigt von der Zielbewegungslinie entfernt. In diesem Fall wird der Ablauf gemäß dem Schritt S106 und den nachfolgenden Schritte durchgeführt, so daß die Bewegungslinie des Fahrzeugs 40 mit der Zielbewegungslinie in Übereinstimmung gebracht wird.

Wird dagegen bestimmt, daß $\Delta T \geq T_{TTT}$ vorliegt, so kann bestimmt werden, daß der Fahrer das Fahrzeug bewußt von der Zielbewegungslinie entfernt. In diesem Fall wird der Ablauf gemäß dem Schritt S112 und den nachfolgenden Schritte durchgeführt, d. h. der Ablauf zum Aktualisieren der gewählten Rille zum Erzielen einer Übereinstimmung zwischen der Linie, zu der der Fahrer das Fahrzeug 40 führt, und der Zielbewegungslinie.

Wie vorstehend erwähnt, kann entsprechend der Lenkstellvorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel durch Verwenden des Lenkdrehmoments T als Parameter dieselbe Funktionsweise wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel realisiert werden. Somit kann das Fahrzeug 40 entsprechend der Lenkstellvorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf einfache Weise und sicher auf einer ein komfortables Gefühl für den Fahrer bereitstellenden Bewegungslinie beibehalten werden.

Es ist zu beachten, daß bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel eine "Rückkehr lenkdrehmomenterzeugungseinrichtung" anhand der durch die ECU 10 durchgeführten Abläufe der Schritte S100, S102, S120 bis S124, S106 und S108 realisiert wird.

Es folgt eine Beschreibung eines dritten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 6. Eine Lenkstellvorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel weist ein Merkmal dahingehend auf, daß eine Breite eines jeden der Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 im Ansprechen auf Bewegungszustände eines Fahrzeugs geändert wird. Die Lenkstellvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung kann anhand einer Ausführung der in Fig. 6 gezeigten Routine durch die ECU 10 in dem in Fig. 1 gezeigten Systemaufbau realisiert werden.

Das Erfordernis des Verhinderns eines Entfernens des Fahrzeugs von der Fahrspur 48 ändert sich in Übereinstimmung mit Bewegungszuständen des Fahrzeugs 40. Insbesondere dann, wenn sich das Fahrzeug 40 auf einer Fahrspur einer Autobahn bewegt, ist das Erfordernis der Vermeidung eines Entfernens des Fahrzeugs von der Fahrspur in Richtung einer Überholspur hoch. Dagegen ist das Erfordernis des Verhinderns eines Entfernens des Fahrzeugs von der Fahrspur in Richtung eines Straßenseitenbereichs nicht so hoch.

Bei der Lenkstellvorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist es zur Erhöhung der Sicherheit eines Fahrzeugs unter Beibehaltung einer Freiheit der Lenkbetätigung bevorzugt, den Abweichungsvermeidungsbereich 56 und 58 breiter einzustellen, wenn das Erfordernis der Vermeidung einer Abweichung hoch ist, und die Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 schmaler einzustellen, wenn das Erfordernis der Vermeidung einer Abweichung gering ist. Dementsprechend ist es vorteilhaft, die Breite eines jeden der Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 im Ansprechen auf die Bewegungszustände des Fahrzeugs 40 einzustellen.

Darüber hinaus wird ein normalerweise verwendeter Bereich der Fahrspur 48 im Ansprechen auf die Bewegungszustände des Fahrzeugs geändert, wenn das Fahrzeug 40 auf der Straße 42 fährt. Insbesondere wenn sich das Fahrzeug 40

entlang einer Kurve bewegt, neigt der Fahrer zum Führen des Fahrzeugs auf einer in Richtung der inneren Seite der Fahrspur verschobenen Linie. Dementsprechend wird beim Bewegen des Fahrzeugs 40 entlang einer Kurve häufig ein Bereich auf der inneren Seite verwendet, im Vergleich zu einem Bereich auf der äußeren Seite der Fahrspur.

Bei der Lenksteuervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist es bevorzugt, viele Rillen 60 in einem normalerweise verwendeten Bereich einzustellen, um die Zielbewegungslinie mit einer ein komfortables Gefühl für den Fahrer bereitstellenden Linie in Übereinstimmung zu bringen. Darüber hinaus ist es zum wirksamen Verhindern eines Entfernens des Fahrzeugs 40 von einem normalerweise verwendeten Bereich bevorzugt, das Abweichungsvermeidungsdrehmoment TM zu erzeugen, wenn sich das Fahrzeug 40 in einem normalerweise nicht verwendeten Bereich befindet. Somit ist es bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel vorteilhaft, eine Breite eines jeden der Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 im Ansprechen auf die Bewegungszustände des Fahrzeugs 40 einzustellen.

Fig. 6 zeigt ein Flußdiagramm eines Beispiels einer durch die ECU 10 ausgeführten Steueroutine zum Erzielen der vorgenannten Funktionsweise. Die in Fig. 6 gezeigte Routine ist eine periodische Unterbrechungsroutine, die in vorbestimmten Perioden gestartet wird. Wenn die in Fig. 6 gezeigte Routine beginnt, dann wird zuerst der Ablauf gemäß dem Schritt S130 durchgeführt.

Im Schritt S130 werden durch die Videokamera 12 und die Bildverarbeitungseinrichtung 14 erzeugte Bilddaten gelesen.

Im Schritt S132 werden die Zustände des Fahrzeugs 40 basierend auf den so gelesenen Bilddaten oder den durch die Navigationseinrichtung 22 zugeführten Bilddaten und Daten erkannt. Im einzelnen werden im Schritt S132 ein Typ der Straße 42 (geradlinige Straße, Kurve, Landstraße, Kraftfahrzeugstraße, Fahrspur, Überholspur), ein Radius der Straße 42 und eine Neigung der Straße 42 basierend auf den Bilddaten erkannt.

Im Schritt S134 werden die Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 entsprechend den im Schritt S132 erkannten Bewegungszuständen in der Fahrspur 48 eingestellt. Die ECU 10 speichert eine Information über die Breite eines jeden der Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58. Im Schritt S134 werden die Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 basierend auf den gespeicherten Daten eingestellt.

Im Schritt S136 wird ein Bereich zwischen den in dem vorgenannten Schritt S134 eingestellten Abweichungsvermeidungsbereichen 56 und 58 als der Steuerbereich 54 eingestellt, und eine Vielzahl von gegenseitig nicht überlappenden Rillen 60 werden in dem Steuerbereich 54 eingestellt. Nach der Beendigung des Ablaufs gemäß dem Schritt S136 ist die vorliegende Routine abgeschlossen.

Gemäß dem vorgenannten Ablauf können viele Rillen 60 in dem normalerweise verwendeten Bereich eingestellt werden. Darüber hinaus können breite Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 in einem normalerweise nicht verwendeten Bereich eingestellt werden. Entsprechend der vorgenannten Einstellung kann die Zielbewegungslinie genau mit der Linie, zu der der Fahrer das Fahrzeug 40 zu führen beabsichtigt, in Übereinstimmung gebracht werden, und eine Abweichung des Fahrzeugs 40 in Richtung des normalerweise nicht verwendeten Bereichs kann wirksam verhindert werden. Somit kann entsprechend der Lenksteuervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel eine praktische Lenkunterstützung durchgeführt werden.

Es ist zu beachten, daß bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel eine "Zustandserkennungseinrichtung" anhand der Durchführung des Ablaufs gemäß dem Schritt S130 durch die ECU 10 realisiert wird, und eine "Bereichsbreiteinstelleinrichtung" anhand der Durchführung des Ablaufs gemäß dem Schritt S134 durch die ECU 10.

Es folgt eine Beschreibung eines vierten Ausführungsbeispiels gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 7. Eine Lenksteuervorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel weist ein Merkmal dahingehend auf, daß eine Größe des Abweichungsvermeidungsdrehmoments TM im Ansprechen auf die Bewegungszustände des Fahrzeugs 40 geändert wird. Die Lenksteuervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird anhand der Ausführung der in Fig. 7 gezeigten Routine durch die ECU 10 in dem in Fig. 1 gezeigten Systemaufbau realisiert.

Fig. 7 zeigt ein Flußdiagramm eines Beispiels für die durch die Lenksteuervorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführte Steueroutine. Die in Fig. 7 gezeigte Routine wird mit jeder Beendigung des Ablaufs der Routine wiederholt gestartet. In Fig. 7 weisen die mit den in Fig. 6 gezeigten Schritten übereinstimmenden Schritte dieselben Schrittnummern auf, und es wird auf eine Beschreibung dieser verzichtet.

In der in Fig. 7 gezeigten Routine erfolgt der Ablauf des Schritts S140 nach dem Ablauf der Schritte S130 und S132. Im Schritt S140 wird die Fahrspur 48 gemäß einer vorab bestimmten Regel in den Steuerbereich 54 und die Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 aufgeteilt, und eine vorbestimmte Zahl von Rillen 60 wird in dem Steuerbereich 54 eingestellt.

Im Schritt S142 wird eine Steuerverstärkung einer Abweichungsvermeidungssteuerung im Ansprechen auf die Zustände des Fahrzeugs eingestellt. Nach der Beendigung des Ablaufs gemäß dem Schritt S142 ist die vorliegende Routine abgeschlossen.

Bei der Lenksteuervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird ein der im Schritt S142 bestimmten Steuerverstärkung entsprechendes Abweichungsvermeidungsdrehmoment TM erzeugt, wenn die Bewegungslinie des Fahrzeugs 40 die Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 überlappt. Darüber hinaus wird die Steuerverstärkung im Schritt S142 auf einen größeren Wert eingestellt bei einem Abweichungsvermeidungsbereich, der als Bereich mit hohem Erfordernis der Vermeidung der Abweichung des Fahrzeugs 40 erkannt wird. Weiterhin wird die Steuerverstärkung bei einem häufig verwendeten Seitenbereich enthaltenden Abweichungsvermeidungsbereich auf einen kleineren Wert eingestellt, und bei einem nicht häufig verwendeten Seitenbereich enthaltenden Abweichungsvermeidungsbereich auf einen größeren Wert.

Somit wird gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ein relativ kleines Abweichungsvermeidungsdrehmoment TM in einem im Normalbetrieb häufig verwendeten Abweichungsvermeidungsbereich erzeugt, und ein relativ großes Abweichungsvermeidungsdrehmoment TM in einem im Normalbetrieb kaum verwendeten Abweichungsvermeidungsbereich. Bei einem im Normalbetrieb häufig verwendeten Abweichungsvermeidungsbereich ist es vorteilhaft, eine hohe Freiheit bezüglich einer Lenkbetätigung beizubehalten. Darüber hinaus ist es bei einem im Normalbetrieb kaum verwendeten Abweichungsvermeidungsbereich vorteilhaft, ein großes Abweichungsvermeidungsdrehmoment TM zu erzeugen, um ein Eintreten des Fahrzeugs 40 in den Abweichungsvermeidungsbereich zu verhindern. Gemäß der vorgenannten Einstellung können diese beiden Erfordernisse gleichzeitig realisiert werden. Entsprechend der Lenksteuervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann somit eine praktische Lenkunterstützung ähn-

lich dem vorgenannten dritten Ausführungsbeispiel durchgeführt werden.

Es ist zu beachten, daß bei dem vorgenannten Ausführungsbeispiel eine "Zustandserkennungseinrichtung" anhand der Durchführung des Ablaufs gemäß dem Schritt S130 durch die ECU 10 realisiert wird, und eine "Steuerverstärkungsänderungseinrichtung" anhand der Durchführung des Ablaufs gemäß dem Schritt S142 durch die ECU 10.

Es folgt eine Beschreibung eines fünften Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 8. Eine Lenksteuervorrichtung gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel wird anhand der Durchführung einer der in Fig. 7 gezeigten Routine ähnelnden Routine und einer in Fig. 8 gezeigten Routine durch die ECU 10 in dem in Fig. 1 gezeigten Systemaufbau realisiert. Die Lenksteuervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist ein Merkmal dahingehend auf, daß die auf eine Lenkbetätigung des Fahrers bezogene Lenkbetriebslinie im Verhältnis zu den Bewegungszuständen des Fahrzeugs gelernt wird, wobei die Ergebnisse des Lernvorgangs in der Einstellung der Abweichungsvermeidungsbereiche oder der Einstellung der Steuerverstärkung des Abweichungsvermeidungsdrehmoments TM wiedergegeben werden.

Fig. 8 zeigt ein Flußdiagramm eines Beispiels für die durch die ECU 10 ausgeführte Steueroutine zum Erzielen der vorgenannten Funktionsweise. Die in Fig. 8 gezeigte Routine ist eine periodische Unterbrechungsroutine, die zu vorbestimmten Zeitpunkten gestartet wird. Wenn die in Fig. 8 gezeigte Routine gestartet wird, so wird der Ablauf gemäß dem Schritt S150 durchgeführt.

Im Schritt S150 werden die durch die Videokamera 12 und die Bildverarbeitungseinrichtung 14 erzeugten Bilddaten gelesen.

Im Schritt S152 werden Fahrzeugzustandswerte (eine Fahrzeuggeschwindigkeit V, eine Giergeschwindigkeit γ , ein Lenkwinkel θ , usw.) gelesen.

Im Schritt S154 werden die Zustände des Fahrzeugs 40 erkannt. Es ist zu beachten, daß im Schritt S154 eine Kombination eines Zustands der Straße 42 und eines Zustands des Fahrzeugs 40 als die Bewegungszustände des Fahrzeugs 40 erkannt werden.

Im Schritt S156 wird die Lenkbetriebslinie hinsichtlich der Bewegungszustände des Fahrzeugs 40 gelernt. Im Schritt S156 werden insbesondere die Lenkbetriebslinie auf einer geradlinigen Straße oder die Lenkbetriebslinie bei einer Bewegung mit einer bestimmten Geschwindigkeit V entlang einer Kurve mit einem bestimmten Radius gelernt.

Im Schritt S158 werden die gespeicherten Daten bezüglich eines nicht verwendeten Bereichs aktualisiert. Wird die Lenkbetriebslinie bezüglich den Bewegungszuständen gelernt, so kann für jeden Bewegungszustand ein nicht verwendeter Bereich in der Fahrspur spezifiziert werden. Im Schritt S158 werden die gespeicherten Daten bezüglich des nicht verwendeten Bereichs unter Berücksichtigung eines jeden Bewegungszustands aktualisiert. Nachdem der Ablauf gemäß dem Schritt S158 beendet ist, ist die vorliegende Routine abgeschlossen.

Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel führt die ECU 10 eine Routine ähnlich der in Fig. 6 oder Fig. 7 gezeigten Routine durch. Die ECU 10 führt insbesondere eine Routine (ähnlich der Routine gemäß Fig. 6) zum Einstellen der Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 bezüglich der anhand des Zustands der Straße 42 und des Zustands des Fahrzeugs 40 erkannten Bewegungszustände durch. Alternativ kann die ECU 10 eine Routine (ähnlich der Routine gemäß Fig. 7) durchführen zum Einstellen einer Steuerverstärkung des Abweichungsvermeidungsdrehmoments TM unter Berücksichtigung der anhand des Zustands der Straße

42 und des Zustands des Fahrzeugs 40 erkannten Bewegungszustände.

Bei den vorgenannten Routinen erfolgt die Einstellung der Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 oder die Einstellung des Abweichungsvermeidungsdrehmoments TM basierend auf den gespeicherten Daten, die in dem vorgenannten Schritt S158 (Fig. 8) aktualisiert werden. Gemäß dem vorgenannten Ablauf, kann die Linie, zu der der Fahrer das Fahrzeug 40 führt, in der Einstellung der Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 oder Einstellung einer Steuerverstärkung des Abweichungsvermeidungsdrehmoments TM wiedergegeben werden. Somit kann entsprechend der Lenksteuervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ein hoher Freiheitsgrad hinsichtlich einer Lenkbetätigung in einem normalerweise durch den Fahrer verwendeten Bereich beibehalten werden, während eine Abweichung des Fahrzeugs 40 zu einem durch den Fahrer normalerweise nicht verwendeten Bereich wirksam verhindert wird.

Es ist zu beachten, daß bei dem vorgenannten Ausführungsbeispiel eine "Lenkbetriebslinienlernereinrichtung" anhand der Durchführung der Abläufe der Schritte S150 bis S156 durch die ECU 10, und eine "Lernergebniswiedergabeeinrichtung" anhand der Einstellung der Abweichungsvermeidungsbereiche 56 und 58 basierend auf dem Lernergebnis der Lenkbetriebslinie durch die ECU 10 realisiert wird.

Es folgt eine Beschreibung eines sechsten bis zehnten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 9 bis 19. Alle Fahrzeuglenksteuervorrichtung gemäß dem sechsten bis zehnten Ausführungsbeispiel weisen einen mit dem in Fig. 1 gezeigten Aufbau übereinstimmenden Aufbau auf, und es wird auf dessen Beschreibung verzichtet.

Bei den Fahrzeuglenksteuervorrichtungen gemäß dem sechsten bis zehnten Ausführungsbeispiel erfaßt die ECU 10 einen Bereich der Fahrspur 48, in dem die angenommene Bewegungslinie in der vorbestimmten Distanz L_0 vor dem Fahrzeug existiert. Als Resultat steuert die ECU 10 den Motor 36 beim Vorhandensein der angenommenen Bewegungslinie auf einem Seitenbereich der Fahrspur 48 auf die Weise, daß ein Motordrehmoment TM zum Korrigieren eines Lenkwinkels θ erzeugt wird, so daß die Bewegungslinie des Fahrzeugs 40 in Richtung der Mitte der Fahrspur 48 verschoben wird. Dieses Drehmoment wird nachfolgend als Rückkehrlenkdrehmoment TM bezeichnet.

Fig. 9 zeigt einen virtuellen Querschnitt der Straße 42 (nachfolgend als virtueller Querschnitt (II) bezeichnet). Die Straße 42 weist also über der gesamten Breite eine im wesentlichen flache Form auf. Die Lenksteuervorrichtung gemäß dem sechsten bis zehnten Ausführungsbeispiel ermöglicht eine Operation, als ob sich das Fahrzeug 40 auf einer Straße mit dem virtuellen Querschnitt (III) bewegt.

In dem virtuellen Querschnitt (III) sind ein linksseitiger Steuerbereich 62 und ein rechtsseitiger Steuerbereich 64 innerhalb der weißen Linien 44 und 46 innerhalb der Fahrspur 48 vorgesehen. Der virtuelle Querschnitt (III) ist so aufgebaut, daß die Mitte der Fahrspur 48 flach ist und der linksseitige und rechtsseitige Steuerbereich mit zunehmender Annäherung an die entsprechenden weißen Linien 44 und 46 allmählich ansteigt.

Die Lenksteuervorrichtung erzeugt das Rückkehrlenkdrehmoment ZM zum Korrigieren der Bewegungslinie, so daß diese in Richtung der Mitte der Fahrspur 48 verschoben wird, wenn das Fahrzeug 40 zu dem Seitenbereich der Fahrspur 48 geführt wird. Der Bereich, für den die Lenksteuervorrichtung das Rückkehrlenkdrehmoment TM erzeugt, entspricht dem in Fig. 9 gezeigten linksseitigen und rechtsseitigen

gen Steuerbereich 62 und 64. Darüber hinaus wird das durch die Lenksteuervorrichtung erzeugte Rückkehrlenkdrehmoment TM erhöht, wenn sich das Fahrzeug 40 der weißen Linie 44 oder 46 nähert. Dementsprechend kann durch das sechste bis zehnte Ausführungsbeispiel eine Lenkcharakteristik ähnlich der eines Fahrzeugs realisiert werden, das sich auf einer Straße mit dem virtuellen Querschnitt (III) bewegt.

Es folgt eine Beschreibung eines Merkmals der Lenksteuervorrichtung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 10 zeigt eine Bewegungslinie des Fahrzeugs 40, wenn das Fahrzeug 40 ein auf der Straße 42 befindliches Motorrad 41 passiert. Ein Hindernis wie beispielsweise das Motorrad 41 kann auf der Straße 42 vorhanden sein. Das Fahrzeug 40 muß sich vorübergehend auf einem Seitenbereich der Fahrspur 48 bewegen, um ein solches Hindernis zu passieren. Der Fahrer des Fahrzeugs 40 kann das Fahrzeug 40 bewußt auf den Seitenbereich der Fahrspur 48 bewegen.

Das durch die Lenksteuervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel erzeugte Rückkehrlenkdrehmoment TM ist wirksam, wenn der Fahrer das Fahrzeug 40 unbeabsichtigt zu dem Seitenbereich der Fahrspur 48 bewegt. Die Erzeugung des Rückkehrlenkdrehmoments TM ist allerdings für eine gute Lenkcharakteristik nicht geeignet, wenn der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt zu dem Seitenbereich der Fahrspur 48 bewegt. Die Lenksteuervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist ein Merkmal dahingehend auf, daß die Erzeugung des Rückkehrlenkdrehmoments TM beschränkt wird, wenn der Fahrer des Fahrzeugs 40 das Fahrzeug 40 bewußt zu dem Seitenbereich der Fahrspur 48 bewegt.

Fig. 11 zeigt ein Flußdiagramm einer durch die ECU 10 ausgeführten Steueroutine - zum Erzielen der vorgenannten Funktion. Die in Fig. 10 gezeigte Routine wird mit jeder Beendigung des Ablaufs der Routine wiederholt. Wird die in Fig. 10 gezeigte Routine gestartet, so wird der Ablauf gemäß dem Schritt S252 durchgeführt.

Im Schritt S252 wird bestimmt, ob das Fahrzeug 40 innerhalb einer Dauer von dem unmittelbar vorhergehenden Ablauf zu dem vorliegenden Ablauf in den linksseitigen Steuerbereich 62 oder den rechtsseitigen Steuerbereich 64 eingetreten ist. Als Resultat wird die vorliegende Routine ohne weitere Durchführung eines Ablaufs beendet, wenn festgestellt wird, daß das Fahrzeug 40 nicht in den linksseitigen oder rechtsseitigen Kontrollbereich 62 oder 64 eingetreten ist. Wird dagegen festgestellt, daß das Fahrzeug 40 in den linksseitigen oder rechtsseitigen Steuerbereich 62 oder 64 eingetreten ist, so wird der Ablauf gemäß dem Schritt S254 durchgeführt.

Im Schritt S254 wird ein Steuerwinkel θ berechnet. Der Steuerwinkel θ ist ein Winkel, der der Lenkwelle 28 zugeführt werden sollte, damit die angenommene Bewegungslinie des Fahrzeugs 40 mit der Mitte der Fahrspur 48 übereinstimmt. Im Schritt S254 erfolgt eine Berechnung des Steuerwinkels θ mit Plus- oder Minus-Vorzeichen in Übereinstimmung mit der Tatsache, ob das Fahrzeug 40 in den linksseitigen Steuerbereich 62 oder den rechtsseitigen Steuerbereich 64 eingetreten ist.

Im Schritt S256 wird ein Ansteuerstrom I berechnet, der dem Motor 36 im Ansprechen auf eine Größe des Steuerwinkels θ zuzuführen ist. Darüber hinaus wird eine Richtung des Ansteuerstroms im Ansprechen auf das Plus- oder Minus-Vorzeichen des Steuerwinkels θ bestimmt.

Im Schritt S258 wird der Ablauf zum Ansteuern des Motors 36 durchgeführt, d. h. der Ablauf zum Zuführen des Ansteuerstroms I zu dem Motor 36. Wenn der Ablauf gemäß dem Schritt S258 durchgeführt wird, dann erzeugt der Motor 36 das Rückkehrlenkdrehmoment TM zum Zurückfüh-

ren des Fahrzeugs 40 zu der Mitte der Fahrspur 48.

Im Schritt S260 wird bestimmt, ob das Fahrzeug 40 den linksseitigen Steuerbereich 62 oder den rechtsseitigen Steuerbereich 64 verlassen hat, oder nicht. Als Resultat wird die vorliegende Routine sofort beendet, falls festgestellt wird, daß das Fahrzeug 40 die Steuerbereiche 62 oder 64 verlassen hat. Gemäß dem vorgenannten Ablauf wird das Rückkehrlenkdrehmoment TM erzeugt, nachdem das Fahrzeug 40 in einen der Steuerbereiche 62 und 64 eingetreten ist, und das Rückkehrlenkdrehmoment TM wird unmittelbar aufgehoben, nachdem das Fahrzeug 40 den Steuerbereich 62 oder 64 verlassen hat.

Wird im Schritt S260 festgestellt, daß das Fahrzeug 40 den linksseitigen Steuerbereich 62 oder den rechtsseitigen Steuerbereich 64 nicht verlassen hat, so wird als nächstes der Ablauf gemäß dem Schritt S262 durchgeführt.

Im Schritt S262 wird bestimmt, ob eine vorbestimmte Zeitdauer seit dem Eintreten des Fahrzeugs 40 in einen der Steuerbereiche 62 und 64 abgelaufen ist. Wird festgestellt, daß die vorbestimmte Zeitdauer t_0 nicht abgelaufen ist, seit das Fahrzeug 40 in einen der Steuerbereiche 62 und 64 eingetreten ist, so wird der Ablauf gemäß dem Schritt S254 nochmals durchgeführt. Wird dagegen festgestellt, daß die vorbestimmte Zeitdauer t_0 seit dem Eintreten des Fahrzeugs 40 in einen der Steuerbereiche 62 und 64 abgelaufen ist, so wird die vorliegende Routine unmittelbar beendet. Gemäß der vorliegenden Routine wird die Erzeugung des Rückkehrlenkdrehmoments TM beim Eintreten des Fahrzeugs 40 in einen der Steuerbereiche 62 und 64 solange fortgesetzt, bis die vorbestimmte Zeitdauer t_0 abgelaufen ist, und die Erzeugung des Rückkehrlenkdrehmoments TM wird unmittelbar nach dem Ablauf der vorbestimmten Zeitdauer t_0 gestoppt.

Normalerweise führt der Fahrer das Fahrzeug 40 in positiver Weise zu der Mitte der Fahrspur 48 zurück, nachdem das Rückkehrlenkdrehmoment TM zu dem Lenkrad 26 übertragen wurde, mit Ausnahme des Falles, bei dem der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt zu dem Seitenbereich der Fahrspur 48 bewegt. Dementsprechend kann bestimmt werden, daß der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt zu dem Seitenbereich der Fahrspur 48 bewegt, wenn die Dauer des Beibehaltens des Fahrzeugs 40 in einem der Steuerbereiche 62 und 64 die vorbestimmte Zeitdauer t_0 erreicht.

Entsprechend der Lenksteuervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann somit ein Abweichen des Fahrzeugs 40 von der Fahrspur 48 durch Erzeugen des Rückkehrlenkdrehmoments TM auf positive Weise verhindert werden, wenn das Fahrzeug 40 gegen den Willen des Fahrers in die Steuerbereiche 62 und 64 eintritt. Darüber hinaus kann durch Aufheben des Rückkehrlenkdrehmoments TM eine gute Lenkcharakteristik realisiert werden, wenn der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt zu dem Seitenbereich der Fahrspur 48 bewegt.

Es ist zu beachten, daß bei dem vorgenannten Ausführungsbeispiel eine "Fahrspurerfassungseinrichtung" durch Erkennen der Fahrspur 48 basierend auf den der Bildverarbeitungseinheit 14 zugeführten Daten über die weißen Linien 44 und 46 durch die ECU 10 realisiert wird. Darüber hinaus wird eine "Rückkehrlenkdrehmomenterzeugungseinrichtung" anhand des durch die ECU 10 durchgeführten Ablaufs der Schritte S252 bis S260 realisiert. Weiterhin werden eine "Absichtsbestimmungseinrichtung" und eine "Rückkehrlenkdrehmomentbeschränkungseinrichtung" anhand des durch die CPU 10 durchgeführten Ablaufs gemäß dem Schritt S262 realisiert.

Darüber hinaus wird bei dem vorgenannten Ausführungsbeispiel eine "Fortdauermeßeinrichtung" anhand des durch die ECU 10 durchgeführten Ablaufs gemäß dem Schritt

S262 realisiert.

Es folgt eine Beschreibung des siebten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 12 und 13. Die Lenksteuervorrichtung gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird dadurch realisiert, daß die ECU 10 des in Fig. 1 gezeigten Systemaufbaus eine in Fig. 13 gezeigte Steueroutine ausführt.

Fig. 12 zeigt einen virtuellen Querschnitt der Straße 62 (nachfolgend als virtueller Querschnitt (VI) bezeichnet). In Fig. 12 werden die mit den in Fig. 9 gezeigten Teilen übereinstimmende Teile durch dieselben Bezugszeichen gekennzeichnet, und es wird auf eine Beschreibung dieser verzichtet. Die Lenksteuervorrichtung gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel weist ein Merkmal dahingehend auf, daß das Fahrzeug 40 eine Lenkcharakteristik aufweist, die mit derjenigen übereinstimmt, die beim Bewegen des Fahrzeugs 40 auf einer Straße mit dem virtuellen Querschnitt (VI) vorliegt.

Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die Straße 42 eine erste Fahrspur 66 und eine zweite Fahrspur 68 auf. Die erste Fahrspur 66 wird durch die weißen Linien 44 und 46 definiert. Die erste Fahrspur 66 ist durch die weiße Linie 44 der zweiten Fahrspur 68 getrennt. Die erste Fahrspur 66 ist mit einem linksseitigen Steuerbereich 72 auf einem Seitenbereich auf der Seite der weißen Linie 44 ausgestattet, und mit einem rechtsseitigen Steuerbereich 74 auf der Seite der weißen Linie 46. Darüber hinaus ist ein Verhinderungsbereich 76 zwischen der weißen Linie 44 und dem linksseitigen Steuerbereich 72 vorgesehen, und ein Verhinderungsbereich 78 zwischen der weißen Linie 46 und dem rechtsseitigen Steuerbereich 74. Auch die zweite Fahrspur 68 ist ähnlich der ersten Fahrspur 66 mit dem linksseitigen und rechtsseitigen Steuerbereich und dem Verhinderungsbereich ausgestattet.

Der virtuelle Querschnitt (VI) ist so aufgebaut, daß ein mittlerer Abschnitt und die Verhinderungsbereiche 76 und 78 flach sind und die Steuerbereiche 72 und 74 mit zunehmender Annäherung an die entsprechenden weißen Linien 44 und 46 ansteigen. Ein Querschnitt der zweiten Fahrspur 68 weist denselben Aufbau wie der Querschnitt der ersten Fahrspur 66 auf.

Ein das Fahrzeug 40 in Richtung der Mitte der ersten Fahrspur 66 führendes Rückkehrlenkdrehmoment wirkt auf die Rädern des sich auf einer Straße mit dem virtuellen Querschnitt (VI) bewegendes Fahrzeug 40, wenn das Fahrzeug 40 in den linksseitigen Steuerbereich 72 oder den rechtsseitigen Steuerbereich 74 eintritt. Das so erzeugte Rückkehrlenkdrehmoment wird aufgehoben, wenn das Fahrzeug 40 von den linksseitigen Steuerbereich 72 in den Verhinderungsbereich 76 eintritt, oder wenn das Fahrzeug 40 von dem rechtsseitigen Steuerbereich 74 in Verhinderungsbereich 78 eintritt. Dementsprechend wird in Fahrzeug 40 eine normale Lenkoperation durchgeführt, nachdem der Fahrer des Fahrzeugs 40 das Fahrzeug 40 durch Widerstehen des Rückkehrlenkdrehmoments in einen der Verhinderungsbereiche 76 und 78 bewegt hat.

Das sich auf der Straße mit dem virtuellen Querschnitt (VI) bewegendes Fahrzeug 40 kann auf einfacher Weise von dem linksseitigen Steuerbereich 72 oder dem rechtsseitigen Steuerbereich 74 nach außen abgelenkt werden, wenn eine Breite des Steuerbereichs 72 oder 74 verringert wird. Die Breite eines jeden der Steuerbereiche 72 und 74 wird geringer eingestellt als die Breite eines jeden der Steuerbereiche 62 und 64 des sechsten Ausführungsbeispiels. Dementsprechend kann das sich auf der Straße mit dem virtuellen Querschnitt (VI) bewegendes Fahrzeug 40 auf einfache Weise die Steuerbereiche 72 oder 74 nach außen verlassen.

Bei dem in Fig. 9 gezeigten virtuellen Querschnitt (III) sind der linksseitige und rechtsseitige Steuerbereich 62 und 64 neben den entsprechenden weißen Linien 44 und 46 vorgesehen. Wird ein solcher Aufbau bei einer Straße mit einer Vielzahl Fahrspuren eingesetzt, so befindet sich ein Steuerbereich einer Fahrspur neben einem Steuerbereich der benachbarten Fahrspur.

Befinden sich die Steuerbereiche verschiedener Fahrspuren nebeneinander, so tritt ein einen Steuerbereich verlassendes Fahrzeug unmittelbar in einen anderen Steuerbereich der benachbarten Fahrspur ein. Die Richtung des in dem einen Steuerbereich erzeugten Rückkehrlenkdrehmoments ist entgegengesetzt zu der Richtung des in dem anderen zu dem einen Steuerbereich benachbarten Steuerbereich erzeugten Rückkehrlenkdrehmoments. Dementsprechend wird eine starke Änderung des Rückkehrlenkdrehmoments erzeugt, wenn sich ein Fahrzeug gemäß der vorstehenden Beschreibung von dem einen Steuerbereich zu dem anderen Steuerbereich bewegt.

Der virtuelle Querschnitt (VI) ist jedoch mit den Verhinderungsbereichen 76 und 78 auf der äußeren Seite eines jeden der Steuerbereiche 72 und 74 ausgestattet. In den Verhinderungsbereichen 76 und 78 wird kein Rückkehrlenkdrehmoment erzeugt und zu den zu lenkenden Rädern übertragen. Dementsprechend ergibt sich keine starke Änderung des Rückkehrlenkdrehmoments beim Bewegen des Fahrzeugs auf der Straße mit dem virtuellen Querschnitt (VI), wenn das Fahrzeug einen Steuerbereich verläßt.

Fig. 13 zeigt ein Flußdiagramm eines Beispiels für eine durch die ECU 10 ausgeführte Steueroutine zum Erzielen einer mit einer Bewegung eines Fahrzeugs auf der Straße mit dem virtuellen Querschnitt (VI) übereinstimmenden Lenkcharakteristik. Die in Fig. 13 gezeigte Routine wird mit jeder Beendigung des Ablaufs der Routine wiederholt gestartet. Wird die in Fig. 13 gezeigte Routine gestartet, so wird der Ablauf gemäß dem Schritt S280 durchgeführt.

Im Schritt S280 wird bestimmt, ob das Fahrzeug 40 während einer Periode von dem unmittelbar vorherigen Zyklus zu dem vorliegenden Zyklus in den linksseitigen oder rechtsseitigen Steuerbereich 72 oder 74 eingetreten ist. Im Schritt S280 wird festgestellt, daß der vorgenannte Zustand besteht, wenn das Fahrzeug 40 in einen der Steuerbereiche 72 und 74 von der inneren Seite einer jeden der Fahrspuren 66 und 68 eingetreten ist. Wird festgestellt, daß das Fahrzeug 40 nicht in einen der Steuerbereiche 72 und 74 eingetreten ist, so wird die vorliegende Routine ohne Durchführung eines Ablaufs beendet. Wird dagegen festgestellt, daß das Fahrzeug 40 in einen der Steuerbereiche 72 und 74 eingetreten ist, so wird der Ablauf gemäß dem Schritt S282 als nächstes durchgeführt.

Im Schritt S282 wird bestimmt, ob eine Steuerverbotskennung eingeschaltet ist, oder nicht. Die Steuerverbotskennung wird eingeschaltet, wenn das Fahrzeug 50 in einen der Verhinderungsbereiche 76 und 78 eintritt. Wird im Schritt S282 festgestellt, daß die Steuerverbotskennung eingeschaltet ist, so werden die Schritte S284 bis S292 übersprungen und der Ablauf gemäß dem Schritt S294 wird durchgeführt.

Im Schritt S284 wird ein Steuerwinkel θ mit einem Plus- oder Minus-Vorzeichen berechnet. Der Steuerwinkel θ ist ein Winkel, der der Lenkwelle 28 zugeführt werden soll, damit die angenommene Bewegungslinie des Fahrzeugs 40 mit der Mitte der Fahrspur 48 übereinstimmt.

Im Schritt S286 wird ein dem Motor 36 zuzuführender Ansteuerstrom I im Ansprechen auf eine Größe des Steuerwinkels θ berechnet.

Im Schritt S288 wird der Ablauf zum Ansteuern des Motors 36 mittels des Ansteuerstroms I durchgeführt. Wenn der Ablauf gemäß dem Schritt S288 durchgeführt wird, dann er-

zeugt der Motor 36 das Rückkehrlenkdrehmoment TM, wenn die Steuerverbotsskennung nach dem Eintreten des Fahrzeugs 40 in einen der Steuerbereiche 72 und 74 ausgeschaltet ist.

Im Schritt S290 wird bestimmt, ob das Fahrzeug während einer Periode von dem unmittelbar vorherigen Zyklus bis zu dem vorliegenden Zyklus in einen der Verhinderungsbereiche 76 und 78 eingetreten ist, oder nicht. Als Resultat wird der Ablauf gemäß dem Schritt S292 als nächstes durchgeführt, wenn festgestellt wird, daß das Fahrzeug 40 in einen der Verhinderungsbereiche 76 und 78 eingetreten ist.

Im Schritt S292 wird die Steuerverbotsskennung eingeschaltet. Wird der Ablauf gemäß dem Schritt S292 durchgeführt, so wird im Schritt S282 des nachfolgenden Zyklus bestimmt, daß die Steuerverbotsskennung eingeschaltet ist. Gemäß dem vorgenannten Ablauf kann die Erzeugung des Rückkehrlenkdrehmoments TM nach dem Eintreten des Fahrzeugs 40 in einen der Verhinderungsbereiche 76 und 78 verhindert werden.

Im Schritt S294 wird bestimmt, ob das Fahrzeug 40 einen der Verhinderungsbereiche 76 und 78 verlassen hat. Als Resultat wird der Ablauf gemäß dem Schritt S296 durchgeführt, wenn festgestellt wird, daß das Fahrzeug 40 einen der Verhinderungsbereiche 76 und 78 verlassen hat. Wird dagegen festgestellt, daß der vorgenannte Zustand nicht vorliegt, so wird der Schritt S296 übersprungen und der Ablauf gemäß dem Schritt S298 durchgeführt.

Im Schritt S296 wird die Steuerverbotsskennung in einen Aus-Zustand zurückgesetzt. Wird der Ablauf gemäß dem Schritt S296 durchgeführt, so wird im Schritt S282 des nachfolgenden Zyklus bestimmt, daß die Steuerverbotsskennung ausgeschaltet ist. Gemäß dem vorgenannten Ablauf kann somit ein Zustand, bei dem das Rückkehrlenkdrehmoment TM erzeugt werden kann, nach dem Verlassen eines der Verhinderungsbereiche 76 und 78 schnell eingerichtet werden.

Im Schritt S298 wird bestimmt, ob das Fahrzeug 40 einen der Steuerbereiche 72 und 74 verlassen hat, oder nicht. Im Schritt S298 wird festgestellt, daß der vorgenannte Zustand vorliegt, wenn das Fahrzeug 40 den linksseitigen oder rechtsseitigen Steuerbereich 72 oder 74 während einer Periode von dem unmittelbar vorherigem Zyklus zu dem vorliegenden Zyklus in Richtung der inneren Seite einer jeden der Fahrspuren verlassen hat. Wird festgestellt, daß das Fahrzeug 40 die Steuerbereiche 72 oder 74 nicht verlassen hat, so wird der Ablauf gemäß dem Schritt S282 und den nachfolgenden Schritten nochmals durchgeführt. Wird dagegen festgestellt, daß das Fahrzeug 40 einen der Steuerbereiche 72 und 74 verlassen hat, so wird die vorliegende Routine unmittelbar beendet.

Wie vorstehend erwähnt, können entsprechend der Lenkstellervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung die nachfolgenden Funktionen realisiert werden:

- 1) Erzeugen eines geeigneten Rückkehrlenkdrehmoments TM, wenn das Fahrzeug 40 von einer Mitte der Fahrspur zu einem Seitenbereich der Fahrspur verschoben wird;
- 2) relativ leichtes Verlassen eines der Steuerbereiche 72 und 74 nach außen durch das Fahrzeug 40, wenn der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt nach dem Erzeugen des Rückkehrlenkdrehmoments TM zu dem Seitenbereich der Fahrspur bewegt; und
- 3) Verhindern des Erzeugens des Rückkehrlenkdrehmoments TM durch den Motor 36, wenn das Fahrzeug aus einem der Steuerbereiche 72 und 74 herausbewegt wird, d. h., wenn das Fahrzeug 40 in einen der Verhinderungsbereiche 76 und 78 bewegt wird, ohne Beein-

flussung durch die benachbarte Fahrspur.

Entsprechend der Lenkstellervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann somit das Abweichen des Fahrzeugs von der Fahrspur wirksam verhindert werden, wenn der Fahrer des Fahrzeugs 40 unbeabsichtigt das Fahrzeug 40 in einen Seitenbereich der Fahrspur bewegt. Darüber hinaus kann eine gute Lenkcharakteristik realisiert werden, wenn der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt zu dem Seitenbereich der Fahrspur bewegt.

Es ist zu beachten, daß bei dem vorgenannten Ausführungsbeispiel eine "Fahrspurbereichserfassungseinrichtung" anhand der Erkennung der Fahrspur 48 basierend auf durch die Bildverarbeitungseinheit 14 zugeführten Daten über die weißen Linien 44 und 46 durch die ECU 10 realisiert wird. Darüber hinaus wird eine "Rückkehrlenkdrehmomenterzeugungseinrichtung" anhand der Durchführung des Ablaufs gemäß den Schritten S280 bis S288 durch die ECU 10 realisiert. Weiterhin wird eine "Absichtsbestimmungseinrichtung" anhand der Durchführung des Ablaufs gemäß dem Schritt S290 durch die ECU 10 realisiert. Eine "Rückkehrlenkdrehmomentsbeschränkungseinrichtung" wird anhand der Durchführung des Ablaufs gemäß den Schritten S282 und S292 durch die ECU 10 realisiert.

Darüber hinaus wird bei dem vorgenannten Ausführungsbeispiel eine "Verhinderungszustandsbestimmungseinrichtung" anhand der Durchführung des Ablaufs des Schritts S290 durch die ECU 10 und eine "zweite Verhinderungseinrichtung" anhand der Durchführung des Ablaufs gemäß dem Schritt S292 durch die ECU 10 realisiert.

Es folgt eine Beschreibung des achten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 14 und 15. Die Lenkstellervorrichtung gemäß dem achten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird realisiert anhand der Durchführung einer in Fig. 15 gezeigten Steueroutine durch die ECU 10 in dem in Fig. 1 gezeigten Systemaufbau.

Fig. 14 zeigt einen virtuellen Querschnitt der Straße 42 (nachfolgend als virtueller Querschnitt (VIII) bezeichnet). In Fig. 14 sind die mit den in Fig. 9 gezeigten Teilen übereinstimmenden Teile durch dieselben Bezugszeichen gekennzeichnet, und es wird auf eine Beschreibung dieser verzichtet. Die Lenkstellervorrichtung gemäß dem achten Ausführungsbeispiel weist ein Merkmal dahingehend auf, daß die Lenkcharakteristik des Fahrzeugs 40 mit der beim Bewegen des Fahrzeugs 40 auf einer Straße mit dem virtuellem Querschnitt (VIII) vorliegenden übereinstimmt.

Der virtuelle Querschnitt (VIII) ist mit einem linksseitigen Steuerbereich 100 und einem rechtsseitigen Steuerbereich 102 innerhalb der weißen Linie 44 bzw. 46 ausgestattet. Tritt das Fahrzeug 40 bei dem virtuellem Querschnitt (VIII) in einen der Steuerbereiche 100 und 102 ein, so wird der eine der Steuerbereiche 100 und 102 für eine vorbestimmte Zeitdauer t_1 angehoben.

Wird der Aufbau des Querschnitts (VIII) gemäß vorstehender Beschreibung geändert, so wird ein Rückkehrlenkdrehmoment in Richtung der Mitte der Fahrspur 48 erzeugt und den Rädern eines Fahrzeugs für die vorbestimmte Zeitdauer t_1 nach dem Eintreten des Fahrzeugs in einen der Steuerbereiche 100 und 102 zugeführt.

Fig. 15 zeigt ein Flußdiagramm eines Beispiels für eine durch die ECU 10 ausgeführte Steueroutine zum Erzielen einer Lenkcharakteristik, die mit der eines Fahrzeugs bei dessen Bewegung auf der Straße mit dem virtuellem Querschnitt (VIII) übereinstimmt. Die in Fig. 15 gezeigte Routine wird mit jeder Beendigung der Routine wiederholt gestartet. Wenn die in Fig. 15 gezeigte Routine gestartet wird, so wird der Ablauf gemäß Schritt S304 durchgeführt.

Im Schritt S304 wird bestimmt, ob das Fahrzeug 40 während einer Periode von dem unmittelbar vorherigen Zyklus zu dem vorliegenden Zyklus in den linksseitigen oder rechtsseitigen Steuerbereich 100 oder 102 eingetreten ist. Wird im Schritt S304 festgestellt, daß das Fahrzeug 40 in keinen der Steuerbereiche 100 und 102 eingetreten ist, so wird die vorliegende Routine ohne Durchführung eines Ablaufs beendet. Wird dagegen festgestellt, daß das Fahrzeug 40 in einen der Steuerbereiche 100 und 102 eingetreten ist, so wird als nächstes der Ablauf gemäß dem Schritt S306 durchgeführt.

Im Schritt S306 wird ein dem Motor 36 zugeführter Ansteuerstrom I auf einen vorbestimmten Wert I_0 eingestellt. Der vorbestimmte Wert I_0 dient zum Drehen der Lenkwelle 28 um einen geeigneten Steuerwinkel θ .

Im Schritt S308 wird ein Ablauf zum Ansteuern des Motors 36 unter Verwendung des vorgenannten Ansteuerstroms I_0 durchgeführt. Wird der Ablauf gemäß dem Schritt S308 durchgeführt, wird ein dem Ansteuerstrom I_0 entsprechendes Rückkehrlenkdrehmoment über das Lenkrad 26 zu dem Fahrer übertragen.

Im Schritt S310 wird bestimmt, ob die vorbestimmte Zeitdauer t_1 (beispielsweise 0,5 s) seit dem Start eines Betriebs des Motors 36 abgelaufen ist, oder nicht. Wird als Resultat festgestellt, daß die vorbestimmte Zeitdauer t_1 noch nicht abgelaufen ist, so wird der Ablauf gemäß dem Schritt S306 nochmals durchgeführt. Wird dagegen festgestellt, daß die vorbestimmte Zeitdauer t_1 abgelaufen ist, so wird die vorliegende Routine unmittelbar beendet.

Gemäß dem vorgenannten Ablauf wird der Fahrer des Fahrzeugs 40 durch Erzeugen des Rückkehrlenkdrehmoments TM für eine vorbestimmte Zeitdauer t_1 nach dem Eintritt des Fahrzeugs 40 in einen der Steuerbereiche 100 und 102 darüber informiert, daß sich das Fahrzeug 40 in einem Seitenbereich der Fahrspur 48 befindet. Somit bewegt der Fahrer das Fahrzeug 40 zurück zu der Mitte der Fahrspur 48, wenn der Fahrer das Rückkehrlenkdrehmoment TM spürt, mit Ausnahme des Falls, bei dem der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt zu dem Seitenbereich der Fahrspur 48 bewegt.

Entsprechend der Lenkstellervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann die Abweichung des Fahrzeugs 40 von der Fahrspur 48 wirksam verhindert werden, wenn der Fahrer des Fahrzeugs 40 das Fahrzeug 40 unbeabsichtigt zu einem Seitenbereich der Fahrspur 48 bewegt. Darüber hinaus kann eine gute Lenkcharakteristik realisiert werden, wenn der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt zu dem Seitenbereich der Fahrspur 48 bewegt.

Es ist zu beachten, daß bei dem vorgenannten Ausführungsbeispiel eine "Fahrspurbereichserfassungseinrichtung" anhand eines Erkennens der Fahrspur 48 basierend auf durch die Bildverarbeitungseinheit 14 zugeführte Daten über die weißen Linien 44 und 46 durch die ECU 10 realisiert wird. Darüber hinaus wird eine "Rückkehrlenkdrehmomenterzeugungseinrichtung" anhand der Durchführung des Ablaufs gemäß den Schritten S304 bis S310 durch die ECU 10 realisiert.

Es folgt eine Beschreibung des neunten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 16 und 17. Die Lenkstellervorrichtung gemäß dem neunten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird realisiert anhand der Durchführung einer in Fig. 17 gezeigten Steueroutine durch die ECU 10 in dem in Fig. 1 gezeigten Systemaufbau.

Fig. 16 zeigt einen virtuellen Querschnitt der Straße 42 (nachfolgend als virtueller Querschnitt (X) bezeichnet). In Fig. 16 weisen die mit den in Fig. 9 gezeigten Teilen übereinstimmenden Teile dieselben Bezugszeichen auf, und es wird auf eine Beschreibung dieser verzichtet. Die Lenkstell-

ervorrichtung gemäß dem neunten Ausführungsbeispiel weist ein Merkmal dahingehend auf, daß das Fahrzeug 40 dieselbe Lenkcharakteristik ausweist, wie die beim Bewegen des Fahrzeugs 40 auf einer Straße mit dem virtuellem Querschnitt (X) vorliegende.

Der virtuelle Querschnitt (X) ist mit einem linksseitigen Steuerbereich 112, einem Verhinderungsbereich 114 und einem linksseitigen Abweichungsvermeidungsbereich 116 in dieser Reihenfolge in einem Seitenbereich neben der weißen Linie 44 ausgestattet. Darüber hinaus sind ein rechtsseitiger Steuerbereich 118, ein Verhinderungsbereich 120 und ein rechtsseitiger Abweichungsvermeidungsbereich 122 in dieser Reihenfolge in einem Seitenbereich neben der weißen Linie 46 vorgesehen. Der virtuelle Querschnitt (X) ist so aufgebaut, daß eine Mitte der Fahrspur 48 und die Verhinderungsbereiche 114 und 118 flach sind. Der linksseitige Steuerbereich 112, der linksseitige Abweichungsvermeidungsbereich 116, der rechtsseitige Steuerbereich 118 und der rechtsseitige Abweichungsvermeidungsbereich 122 werden jeweils mit zunehmender Annäherung zu entsprechenden weißen Linien 44 und 46 stärker angehoben.

Ein das Fahrzeug 40 in Richtung der Mitte der Fahrspur 48 leitendes Rückkehrlenkdrehmoment wird den Rädern des sich auf der Straße mit dem virtuellen Querschnitt (X) bewegendes Fahrzeugs 40 zugeführt, nachdem das Fahrzeug 40 in den linksseitigen Steuerbereich 112 oder den rechtsseitigen Steuerbereich 120 eingetreten ist. Das so erzeugte Rückkehrlenkdrehmoment wird aufgehoben, wenn das Fahrzeug 40 von dem linksseitigen Steuerbereich 112 in den Verhinderungsbereich 114 eintritt oder von dem rechtsseitigen Steuerbereich 118 in den Verhinderungsbereich 120. Dementsprechend kann nach dem Eintreten des Fahrzeugs 40 in den Verhinderungsbereich 114 oder 120 eine normale Lenkoperation durchgeführt werden, wenn der Fahrer des Fahrzeugs 40 das Fahrzeug 40 durch Widerstehen des Rückkehrlenkdrehmoments bewußt zu dem Verhinderungsbereich 114 oder 120 bewegt.

Eine Breite eines jeden der Steuerbereiche 112 und 118 wird entsprechend den Steuerbereichen 72 und 74 des virtuellen Querschnitts (VI) relativ klein eingestellt. Dementsprechend kann bei dem sich auf der Straße mit dem virtuellen Querschnitt (X) bewegendem Fahrzeug 40 durch eine beabsichtigte Operation des Fahrers auf einfache Weise eine gute Lenkcharakteristik in einem Seitenbereich der Fahrspur 48 erzielt werden.

Bewegt sich das sich auf der Straße mit dem virtuellen Querschnitt (X) bewegendes Fahrzeug 40 ausgehend von dem Verhinderungsbereich 114 oder 120 weiter nach außen und tritt in den linksseitigen Abweichungsvermeidungsbereich 116 oder den rechtsseitigen Abweichungsvermeidungsbereich 120 ein, so wird ein das Fahrzeug 40 in Richtung der Mitte der Fahrspur 48 bewegendes Rückkehrlenkdrehmoment nochmals erzeugt und den Rädern des zu lenkenden Fahrzeugs 40 zugeführt. Der linksseitige und rechtsseitige Abweichungsvermeidungsbereich 116 und 122 sind auf einer Grenze der Fahrspur 48 vorgesehen. Somit wird ein Abweichen des sich auf der Straße mit dem virtuellen Querschnitt (X) bewegendes Fahrzeugs 40 von der Fahrspur 48 verhindert, während eine gute Lenkcharakteristik zur Bewegung zu einem Seitenbereich der Fahrspur 48 realisiert werden kann.

Fig. 17 zeigt ein Flußdiagramm eines Beispiels für eine durch die ECU 10 durchgeführte Routine zum Erzielen einer Lenkcharakteristik, die mit der eines sich auf der Straße mit dem virtuellen Querschnitt (X) bewegendes Fahrzeugs übereinstimmt. Die in Fig. 17 gezeigte Routine wird mit jeder Beendigung des Ablaufs der Routine wiederholt gestartet. Wird die in Fig. 17 gezeigte Routine gestartet, so wird

der Ablauf gemäß dem Schritt S324 durchgeführt.

Im Schritt S324 wird bestimmt, ob das Fahrzeug 40 während einer Periode von dem unmittelbar vorherigen Zyklus zu dem vorliegenden Zyklus in den linksseitigen oder rechtsseitigen Steuerbereich 112 oder 118 eingetreten ist. Im Schritt S324 wird festgestellt, daß der vorgenannte Zustand vorliegt, wenn das Fahrzeug 40 ausgehend von der inneren Seite der Fahrspur 48 in einen der Steuerbereiche 112 und 118 eintritt. Wird im Schritt S324 festgestellt, daß das Fahrzeug 40 in keinen der Steuerbereiche 112 und 118 eingetreten ist, so wird der Ablauf gemäß dem Schritt S326 als nächstes durchgeführt. Wird dagegen festgestellt, daß das Fahrzeug 40 in einen der Steuerbereiche 112 und 118 eingetreten ist, so wird der Schritt S326 übersprungen und der Ablauf gemäß dem Schritt S328 durchgeführt.

Im Schritt S326 wird bestimmt, ob das Fahrzeug 40 während einer Periode von dem unmittelbar vorherigen Zyklus zu dem vorliegenden Zyklus in den linksseitigen oder rechtsseitigen Abweichungsvermeidungsbereich 116 oder 122 eingetreten ist. Schritt S326 wird festgestellt, daß der vorgenannte Zustand hergestellt ist, wenn das Fahrzeug 40 ausgehend von der inneren Seite der Fahrspur 48 in einen der Abweichungsvermeidungsbereiche 116 und 122 eintritt. Wird im Schritt S326 festgestellt, daß das Fahrzeug 40 in keinen der Abweichungsvermeidungsbereiche 116 und 122 eingetreten ist, so wird die vorliegende Routine ohne Durchführung eines weiteren Ablaufs beendet. Wird dagegen festgestellt, daß das Fahrzeug 40 in einen der Abweichungsvermeidungsbereiche 116 und 122 eingetreten ist, so wird der Ablauf gemäß dem Schritt 328 als nächstes durchgeführt.

Im Schritt S328 wird eine Größe eines Steuerwinkels θ mit einem Plus- oder Minus-Vorzeichen berechnet. Der Steuerwinkel θ ist ein der Lenkwelle 48 zuzuführender Lenkwinkel zum Zurückführen des in dem Abweichungsvermeidungsbereich 116 oder 122 befindlichen Fahrzeugs 40 zu der Mitte der Fahrspur 48.

Im Schritt S330 wird eine Größe und Richtung eines dem Steuerwinkel θ entsprechenden Ansteuerstroms I berechnet.

Im Schritt S332 wird ein Ablauf zum Ansteuern des Motors 36 unter Verwendung des vorgenannten Ansteuerstroms I durchgeführt. Wird der Ablauf gemäß dem Schritt S232 durchgeführt, so kann ein dem Ansteuerstrom I entsprechendes Rückkehrlenkdrehmoment TM erzeugt werden, nachdem das Fahrzeug 40 in einen der Steuerbereiche 112 und 114 und der Abweichungsvermeidungsbereiche 116 und 122 eingetreten ist.

Im Schritt S334 wird bestimmt, ob das Fahrzeug 40 einen der Steuerbereiche 112 und 118 verlassen hat, oder nicht. Im Schritt S334 wird festgestellt, daß der vorgenannte Zustand vorliegt, wenn das Fahrzeug 40 während einer Periode von dem unmittelbar vorherigen Zyklus zu dem vorliegenden Zyklus einen der Steuerbereiche 112 und 118 in Richtung der inneren Seite der Fahrspur 48 oder zu einem der Verhinderungsbereiche 114 und 120 verläßt. Wird im Schritt S334 festgestellt, daß das Fahrzeug 40 keinen der Steuerbereiche 112 und 118 verlassen hat, so wird als nächstes der Ablauf gemäß dem Schritt S336 durchgeführt. Wird dagegen festgestellt, daß das Fahrzeug 40 einen der Steuerbereiche 112 und 118 verlassen hat, wird die vorliegende Routine unmittelbar beendet.

Im Schritt S336 wird bestimmt, ob das Fahrzeug 40 während einer Periode von dem unmittelbar vorherigen Zyklus zu dem vorliegenden Zyklus den linksseitigen oder rechtsseitigen Abweichungsvermeidungsbereich 116 oder 122 verlassen hat. Wird festgestellt, daß das Fahrzeug 40 keinen der Abweichungsvermeidungsbereiche 116 und 122 verlassen hat, so wird der Ablauf gemäß dem Schritt S328 und den nachfolgenden Schritten nochmals durchgeführt. Wird da-

gegen festgestellt, daß das Fahrzeug 40 einen der Abweichungsvermeidungsbereiche 116 und 122 verlassen hat, so wird die vorliegende Routine unmittelbar beendet.

Gemäß dem vorgenannten Ablauf kann das Rückkehrlenkdrehmoment TM nach dem Eintreten des Fahrzeugs 40 in einen der Steuerbereiche 112 und 118 und Abweichungsvermeidungsbereiche 116 und 122 und bis zu deren Verlassen durch das Fahrzeug 40 erzeugt werden. Darüberhinaus kann das Rückkehrlenkdrehmoment TM unmittelbar nach dem Verlassen dieser Bereiche durch das Fahrzeug 40 aufgehoben werden.

Wie vorstehend beschrieben, können die nachfolgenden Funktionen gemäß der in Fig. 17 gezeigten Routine realisiert werden:

- 1) Erzeugen eines geeigneten Rückkehrlenkdrehmoments TM, wenn das Fahrzeug 40 von einer Mitte der Fahrspur zu einem Seitenbereich der Fahrspur verschoben wird;
- 2) relativ einfaches Verlassen eines der Steuerbereiche 112 und 118 durch das Fahrzeug 40 zur Außenseite, wenn der Fahrer das Fahrzeug 40 nach der Erzeugung des Rückkehrlenkdrehmoments TM bewußt zu dem Seitenbereich der Fahrspur bewegt; und
- 3) nochmaliges Erzeugen des Rückkehrlenkdrehmoments TM, wenn das Fahrzeug zu einer Grenze der Fahrspur 48 bewegt wird.

Entsprechend der Lenkstellervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann somit ein Abweichen des Fahrzeugs der Fahrspur wirksam verhindert werden, wenn der Fahrer des Fahrzeugs 40 das Fahrzeug 40 unbeabsichtigt zu einem Seitenbereich der Fahrspur bewegt. Darüberhinaus kann eine gute Lenkcharakteristik erzielt werden, wenn der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt zu dem Seitenbereich der Fahrspur bewegt. Weiterhin wird das Verlassen der Fahrspur 48 durch das Fahrzeug 40 wirksam verhindert, wenn der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt zu einem Seitenbereich der Fahrspur 48 bewegt.

Es ist zu beachten, daß bei dem vorgenannten Ausführungsbeispiel eine "Fahrspurbereichserfassungseinrichtung" anhand einer Erkennung der Fahrspur 48 basierend auf durch die Bildverarbeitungseinheit 14 zugeführte Daten über die weißen Linien 44 und 46 durch die ECU 10 realisiert wird. Darüberhinaus wird eine "Rückkehrlenkdrehmomenterzeugungseinrichtung" anhand der Durchführung des Ablaufs gemäß den Schritten S324 und S328 bis S332 durch die ECU 10 realisiert. Weiterhin werden eine "Absichtsbestimmungseinrichtung" und eine "Rückkehrlenkdrehmomentsbeschränkungseinrichtung" anhand der Durchführung des Schritts S334 durch die ECU 10 realisiert.

Darüberhinaus werden bei dem vorgenannten Ausführungsbeispiel eine "Verhinderungszustandsbestimmungseinrichtung" und eine "zweite Verhinderungseinrichtung" anhand der Durchführung des Ablaufs gemäß dem Schritt S334 durch die ECU 10 realisiert.

Weiterhin wird eine "Abweichungsvermeidungseinrichtung" anhand der Durchführung des Ablaufs gemäß den Schritten S326 bis S332 und S336 durch die ECU 10 realisiert.

Es folgt eine Beschreibung des zehnten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 18 und 19. Die Lenkstellervorrichtung gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird realisiert anhand der Durchführung einer in Fig. 19 gezeigten Steueroutine durch die ECU 10 in dem in Fig. 1 gezeigten Systemaufbau.

Fig. 18 zeigt einen virtuellen Querschnitt der StraÙe 42

(nachfolgend als virtueller Querschnitt (XII) bezeichnet). In Fig. 18 werden die mit den in Fig. 9 gezeigten Teilen übereinstimmenden Teile durch dieselben Bezugszeichen gekennzeichnet, und es wird auf eine Beschreibung dieser verzichtet. Die Lenksteuervorrichtung gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel weist ein Merkmal dahingehend auf, daß das Fahrzeug 40 eine Lenkcharakteristik durchführt, die mit der beim Bewegen des Fahrzeugs 40 auf einer Straße mit dem virtuellen Querschnitt (XII) durchgeführten übereinstimmt.

Der virtuelle Querschnitt (XII) ist mit einem linksseitigen Steuerbereich 138, einem Verhinderungsbereich 140 und einem linksseitigen Abweichungsvermeidungsbereich 142 in dieser Reihenfolge in einem Seitenbereich neben der weißen Linie 44 ausgestattet. Darüberhinaus sind ein rechtsseitiger Steuerbereich 144, ein Verhinderungsbereich 146 und ein rechtsseitiger Abweichungsvermeidungsbereich 148 in dieser Reihenfolge in einem Seitenbereich neben der weißen Linie 46 vorgesehen. Jeder der Steuerbereiche 138 und 144 und Abweichungsvermeidungsbereiche 142 und 148 wird für eine vorbestimmte Zeitdauer t_2 nach dem Eintreten des Fahrzeugs 40 in einen der Bereiche 138, 142, 144 und 148 angehoben.

Wird der Aufbau des virtuellen Querschnitts (XII) gemäß der vorstehenden Beschreibung geändert, so wird ein Rückkehrlenkdrehmoment in Richtung der Mitte der Fahrspur 48 erzeugt und Rädern eines Fahrzeugs für eine vorbestimmte Zeitdauer t_2 nach dem Eintreten des Fahrzeugs in einen der Steuerbereiche 138 und 144 und der Abweichungsvermeidungsbereiche 142 und 148 zugeführt.

Fig. 19 zeigt ein Flußdiagramm eines Beispiels für eine durch die ECU 10 durchgeführte Steuerroutine zum Realisieren einer Lenkcharakteristik, die mit der eines Fahrzeugs übereinstimmt, das sich auf einer Straße mit dem virtuellen Querschnitt (XII) bewegt. Die in Fig. 19 gezeigte Routine wird mit jeder Beendigung des Ablaufs der Routine wiederholt gestartet. Wird die in Fig. 19 gezeigte Routine gestartet, so wird der Ablauf gemäß dem Schritt S350 durchgeführt.

Im Schritt S350 wird bestimmt, ob das Fahrzeug 40 während einer Periode von dem unmittelbar vorherigen Zyklus zu dem vorliegenden Zyklus in den linksseitigen oder rechtsseitigen Steuerbereich 138 oder 144 eingetreten ist. Wird im Schritt S350 festgestellt, daß das Fahrzeug 40 in einen der Steuerbereiche 138 und 144 eingetreten ist, so wird als nächstes der Ablauf gemäß dem Schritt S352 durchgeführt.

Im Schritt S352 wird ein dem Motor 36 zugeführter Ansteuerstrom I auf einen vorbestimmten Wert I_1 eingestellt.

Im Schritt S354 wird ein Ablauf zum Ansteuern des Motors 36 unter Verwendung des vorgenannten Ansteuerstroms I_1 durchgeführt. Wird der Ablauf gemäß dem Schritt S354 durchgeführt, wird ein dem Ansteuerstrom I_1 entsprechendes Rückkehrlenkdrehmoment TM über das Lenkrad 26 zu dem Fahrer übertragen.

Im Schritt S356 wird bestimmt, ob die vorbestimmte Zeitdauer (beispielsweise 0,5 s) seit dem Start einer Operation des Motors 36 abgelaufen ist. Wird als Resultat festgestellt, daß die vorbestimmte Zeitdauer t_2 noch nicht abgelaufen ist, so wird der Ablauf gemäß dem Schritt S352 nochmals durchgeführt. Wird dagegen festgestellt, daß die vorbestimmte Zeitdauer t_2 abgelaufen ist, so wird die vorliegende Routine unmittelbar beendet.

Gemäß dem vorgenannten Ablauf wird der Fahrer des Fahrzeugs 40 durch Erzeugen des Rückkehrlenkdrehmoments TM für die vorbestimmte Zeitdauer t_2 nach dem Eintreten des Fahrzeugs 40 in einen der Steuerbereiche 138 und 144 darüber informiert, daß sich das Fahrzeug 40 in einem Seitenbereich der Fahrspur 48 befindet. Somit bewegt der

Fahrer das Fahrzeug 40 zu der Mitte der Fahrspur 48 zurück, wenn der Fahrer das Rückkehrlenkdrehmoment TM spürt, mit Ausnahme eines Falls, bei dem der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt zu dem Seitenbereich der Fahrspur 48 bewegt.

Entsprechend der Lenksteuervorrichtung gemäß vorliegenden Ausführungsbeispiel wird somit eine starke Abweichung des Fahrzeugs 40 von der Mitte der Fahrspur 48 wirksam verhindert, wenn der Fahrer des Fahrzeugs 40 das Fahrzeug 40 unbeabsichtigt zu einem Seitenbereich der Fahrspur bewegt.

Wird im Schritt S350 festgestellt, daß das Fahrzeug 40 in keinen der Steuerbereiche 138 und 140 eingetreten ist, so wird der Ablauf gemäß dem Schritt S358 durchgeführt.

Im Schritt S358 wird bestimmt, ob das Fahrzeug 40 während einer Periode von dem unmittelbar vorherigen Zyklus zu dem vorliegenden Zyklus in den linksseitigen oder rechtsseitigen Abweichungsvermeidungsbereich 142 oder 148 eingetreten ist. Wird im Schritt S358 festgestellt, daß das Fahrzeug 40 in keinen der Abweichungsvermeidungsbereiche 142 und 148 eingetreten ist, so wird die Routine ohne Durchführung eines Ablaufs beendet. Wird dagegen festgestellt, daß das Fahrzeug 40 in einen der Abweichungsvermeidungsbereiche 142 und 148 eingetreten ist, so wird als nächstes der Ablauf gemäß dem Schritt S360 durchgeführt.

Im Schritt S360 wird der dem Motor 36 zugeführte Ansteuerstrom I auf einen vorbestimmten Wert I_2 eingestellt.

Im Schritt S362 erfolgt ein Ablauf zum Ansteuern des Motors 36 unter Verwendung des vorgenannten Ansteuerstroms I_2 . Wird der Ablauf gemäß dem Schritt S362 durchgeführt, so wird ein Ansteuerstrom I_2 entsprechend des Rückkehrlenkdrehmoment TM über das Lenkrad 26 zu dem Fahrer übertragen.

Im Schritt S364 wird bestimmt, ob die vorbestimmte Zeitdauer t_2 seit dem Beginn einer Operation des Motors 36 abgelaufen ist, oder nicht. Wird als Resultat festgestellt, daß die vorbestimmte Zeitdauer t_2 noch nicht abgelaufen ist, so wird der Ablauf gemäß dem Schritt S360 nochmals durchgeführt. Wird dagegen festgestellt, daß die vorbestimmte Zeitdauer t_2 abgelaufen ist, so wird die vorliegende Routine unmittelbar beendet.

Gemäß dem vorgenannten Ablauf wird der Fahrer des Fahrzeugs 40 durch Erzeugen des Rückkehrlenkdrehmoments TM für die vorbestimmte Zeitdauer t_2 nach dem Eintreten des Fahrzeugs 40 in einen der Abweichungsvermeidungsbereiche 142 und 148 darüber informiert, daß sich das Fahrzeug 40 an einer Grenze der Fahrspur 48 befindet. Somit kann die Aufmerksamkeit des Fahrers auf die Tatsache gelenkt werden, daß das Fahrzeug 40 von der Fahrspur 48 abweicht, wenn das Rückkehrlenkdrehmoment TM gemäß vorstehender Beschreibung erzeugt wird.

Darüber hinaus wird eine Zeitdauer zum Erzeugen des Rückkehrlenkdrehmoments TM auf eine vorbestimmte kurze Zeitdauer t_2 beschränkt. Dementsprechend kann eine Lenkbetätigung ohne starke Beeinflussung durch das Rückkehrlenkdrehmoment TM durchgeführt werden, wenn der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt zu einem Seitenbereich der Fahrspur 48 bewegt.

Entsprechend der Lenksteuervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann somit eine Abweichung des Fahrzeugs 40 von der Fahrspur 48 wirksam verhindert werden, wenn der Fahrer des Fahrzeugs 40 das Fahrzeug 40 unbeabsichtigt zu einem Seitenbereich der Fahrspur bewegt. Darüber hinaus kann eine gute Lenkcharakteristik erzielt werden, wenn der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt zu dem Seitenbereich der Fahrspur 48 bewegt. Weiterhin kann die Aufmerksamkeit des Fahrers wirksam geweckt werden, wenn der Fahrer das Fahrzeug 40 bewußt zu der Grenze der Fahrspur 48 bewegt.

Es ist zu beachten, daß bei dem vorgenannten Ausführungsbeispiel eine "Fahrspurbereichserfassungseinrichtung" anhand eines Erkennens der Fahrspur 48 basierend auf durch die Bildverarbeitungseinheit 14 zugeführte Daten über die weißen Linien 44 und 46 durch die ECU 10 realisiert wird. Darüber hinaus wird eine "Rückkehrlenkdrehmomenterzeugungseinrichtung" anhand der Durchführung des Ablaufs gemäß den Schritten S350 bis S356 durch die ECU 10 realisiert.

Darüber hinaus wird eine "Abweichungsvermeidungseinrichtung" anhand der Durchführung des Ablaufs der Schritte S358 bis S364 durch die ECU 10 realisiert.

Es folgt eine Beschreibung eines elften Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung. Fig. 20 zeigt ein Blockschaltbild einer Fahrzeuglenkstellervorrichtung zum Erläutern eines Grundaufbaus einer Fahrzeuglenkstellervorrichtung gemäß dem elften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Die Lenkstellervorrichtung gemäß dem elften Ausführungsbeispiel umfaßt gemäß Fig. 20 eine Führungslinienerkennungseinrichtung M1, eine Lenkstellereinrichtung M2, eine Lenkeinrichtung M3 und eine Alarmierungsdrehmomentgeberinrichtung M4. Die Führungslinienerkennungseinrichtung M1 erkennt eine Führungslinie auf einer Straße, auf der sich ein mit der Lenkstellervorrichtung ausgestattetes Fahrzeug bewegt. Die Lenkstellereinrichtung M2 erfaßt einen Positionszustand des Fahrzeugs bezüglich der Führungslinie, um eine Lenksteuerung durchzuführen. Die Alarmierungsdrehmomentgeberinrichtung M4 stellt ein Drehmoment für die Lenkeinrichtung M3 bereit in Übereinstimmung mit dem Positionszustand des Fahrzeugs bezüglich der Führungslinie, so daß der Fahrer das Fahrzeug eine Position des Fahrzeugs bezüglich der Führungslinie anhand des der Lenkeinrichtung M3 zugeführten Drehmoments erkennen kann.

Fig. 21 zeigt ein Systemaufbaudiagramm der Fahrzeuglenkstellervorrichtung gemäß dem elften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

In Fig. 21 umfaßt die Lenkstellervorrichtung eine Führungslinienerkennungseinrichtung 236 als die Führungslinienerkennungseinrichtung M1, eine Vorderradlenkmechanik 210 als die Lenkeinrichtung M3 und eine elektronische Steuereinheit (ECU) 230.

Die Vorderradlenkmechanik 210 enthält ein mit einem in einem Lenkgetriebe 213 vorgesehenen Zahnradtrieb (in der Figur nicht dargestellt) über eine Lenkwelle 212 verbundenes Lenkrad 211. Der Zahnradtrieb steht mit einer Zahnstange im Eingriff, um eine Drehbewegung des Lenkrads 211 in eine Reziprobewegung der Zahnstange 214 umzuwandeln. Die gegenüberliegenden Enden der Zahnstange 214 sind mit linken bzw. rechten Vorderrädern F'W1 und F'W2 über linke bzw. rechte Spurstangen 215a und 215b und linke bzw. rechte Gelenkarne 216a und 216b verbunden, so daß das linke und das rechte Vorderrad F'W1 und F'W2 durch eine Lenkoperation des Lenkrads 211 betrieben werden.

Die Vorderradlenkmechanik 210 enthält einen Elektromotor 221 (bürstenloser Motor) als Stellglied zum Betreiben der Vorderräder F'W1 und F'W2. Eine Drehwelle des elektrischen Motors 221 ist mit dem in dem Lenkgetriebe 213 bereitgestellten Zahnradtrieb verbunden.

Ein Vorderradlenkwinkelsensor 232, ein Giergeschwindigkeitssensor 235 und die Führungslinienerkennungseinrichtung 236 sind mit der elektrischen Steuereinheit (ECU) 230 verbunden. Der Lenkwinkelsensor 232 als Bewegungszustandserfassungseinrichtung erfaßt einen Lenkwinkel des linken und rechten Vorderrads F'W1 und F'W2. Der Giergeschwindigkeitssensor 235 erfaßt eine Giergeschwindigkeit des Fahrzeugs.

Der Führungslinienerkennungseinrichtung 236 wird mittels einer Kamera 238 ein Bild der Straße vor dem Fahrzeug zugeführt. Die Führungslinienerkennungseinrichtung 236 verarbeitet das Bild der Straße, um eine Führungslinie wie beispielsweise eine weiße Linie in der Mitte oder auf der Seite der Straße oder eine gelbe Linie, die eine Überholverbotszone angeben, zu erkennen. Die Führungslinienerkennungseinrichtung 236 erkennt eine Fahrspur, auf der sich das Fahrzeug bewegt, basierend auf den Führungslinien in dem Bild der Straße. Fig. 22 zeigt eine Fahrspur, die durch die Führungslinien I und II definiert ist. Darüber hinaus erfaßt die Führungslinienerkennungseinrichtung 236 einen Offsetgrad $E(n)$ des Fahrzeugs bezüglich der Mitte der Bewegungsfahrspur, die in Fig. 22 durch eine gestrichelte Linie angegeben ist, und erfaßt auch eine Distanz L zwischen dem Fahrzeug und einer der Führungslinien I und II. Darüber hinaus erfaßt die Führungslinienerkennungseinrichtung 236 einen Kurvenradius R einer Kurve.

Der Offsetgrad $E(n)$ wird durch die nachfolgenden Gleichungen (1) und (2) bestimmt, wobei e einen aktuellen Offsetgrad des Fahrzeugs in einer Querrichtung der Fahrspur kennzeichnet; θ einen Neigungswinkel des Fahrzeugs bezüglich der Fahrspur, der anhand des Bilds der Straße erhalten wird; L_z einen Offsetgrad des Vorderansichtspunkts der aktuellen Position des Fahrzeugs; und l eine Distanz des Vorderansichtspunkts.

$$E(n) = e + L_z \quad (1)$$

$$L_z = l \times \theta \quad (2)$$

Fig. 23 zeigt ein Blockschaltbild der ECU 230. Die ECU 230 weist einen Mikroprozessoraufbau auf, und umfaßt eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) 250, einen Nur-Lese-Speicher (ROM) 252, einen Speicher mit wahlfreiem Zugriff (RAM) 254, eine Eingabetorschaltung 256, eine Ausgabetorschaltung 258 und eine Kommunikationsschaltung 260, die alle über einen gemeinsamen Bus 262 miteinander verbunden sind.

Der Eingabetorschaltung 256 werden von dem Lenkwinkelsensor 232 und dem Giergeschwindigkeitssensor 235 ausgegebene Erfassungssignale zugeführt. Darüber hinaus werden der Kommunikationsschaltung 260 die von der Führungslinienerkennungseinrichtung 236 ausgegebenen Werte θ , e , $E(n)$ und R zugeführt.

In dem ROM 252 sind Steuerprogramme gespeichert. Die CPU 250 führt verschiedene Berechnungen in Übereinstimmung mit den Steuerprogrammen unter Verwendung des als Arbeitsbereich dienenden RAM 254 durch. Steuersignale werden anhand von durch die CPU 250 durchgeführten Berechnungen erzeugt und einer Ansteuerschaltung 240 über die Ausgabetorschaltung 258 zugeführt. Die Ansteuerschaltung 240 steuert den Elektromotor 221 an, um die Vorderräder F'W1 und F'W2 zu lenken.

Fig. 24 zeigt ein Flußdiagramm einer durch die ECU 230 durchgeführten Lenksteueroperation. Die vorgenannte Lenkstellereinrichtung M2 wird durch diese Lenksteueroperation realisiert, die in vorbestimmten Zeitintervallen wiederholt durchgeführt wird. Wird die Lenksteueroperation gestartet, so liest die ECU 230 im Schritt S412 den Offsetgrad $E(n)$, den aktuellen Queroffsetgrad e und den Radius R der Straße, die von der Führungslinienerkennungseinrichtung 236 ausgegeben werden. Danach wird im Schritt S416 bestimmt, ob die Führungslinie der Straße erkannt wurde. Kann die Führungslinie erkannt werden, so befindet sich der Offsetgrad $E(n)$ innerhalb eines vorbestimmten Bereichs. Kann dagegen die Führungslinie nicht erkannt werden, so wird der Offsetgrad $E(n)$ auf einen bestimmten Wert außerhalb des vorbestimmten Bereichs eingestellt.

Ist die Führungslinie erkannt, so schreitet der Ablauf zum Schritt S416. Wird die Führungslinie nicht erkannt, so ist die Routine beendet. Im Schritt S416 wird basierend auf dem von der Führungslinienerkennungseinrichtung 236 erhaltenen Radius R bestimmt, ob die Straße, auf der sich das Fahrzeug bewegt, geradlinig ist, oder nicht. Wird festgestellt, daß die Straße geradlinig ist, so schreitet der Ablauf zum Schritt S418 zum Erhalten einer Positionssteuerverstärkung kp_1 . Die Positionssteuerverstärkung wird unter Bezugnahme auf eine in Fig. 25 gezeigte Karte bezüglich dem aktuellen Queroffsetgrad e bestimmt.

Danach werden der Lenksteuergrad θ_c und das Lenkdrehmoment T Schritt S420 erhalten. Der Lenksteuergrad θ_c kann anhand der nachfolgenden Gleichung (3) berechnet werden.

$$\theta_c = (kp_1 \times e) + (kd \times de) \quad (3).$$

In der Gleichung (3) kennzeichnen kd einen vorbestimmten Faktor (Konstante). Darüber hinaus kennzeichnet de einen differentiellen Wert des aktuellen Queroffsetwerts e , das heißt eine Differenz zwischen dem aktuellen Wert von e und einem unmittelbar vorhergehenden Wert von e . Das Lenkdrehmoment T wird unter Bezugnahme auf eine in Fig. 26 gezeigte Karte bezüglich dem aktuellen Queroffsetwert e bestimmt. Danach schreitet der Ablauf zum Schritt S422.

Wird dagegen im Schritt S416 festgestellt, daß die Straße nicht geradlinig ist, so schreitet der Ablauf zum Schritt S426, um zu bestimmen, ob die Straße eine Linkskurve oder eine Rechtskurve aufweist. Es ist zu beachten, daß der Radius R positiven ist, wenn die Straße eine Rechtskurve aufweist, und negativ, wenn die Straße eine Linkskurve aufweist.

Wird festgestellt, daß die Straße eine Linkskurve aufweist, so schreitet der Ablauf zum Schritt S428, um eine Positionssteuerverstärkung kp_1 unter Bezugnahme auf die in Fig. 25 gezeigte Karte anhand des aktuellen Queroffsetgrads e zu bestimmen. Danach werden der Lenksteuergrad θ_c und das Lenkdrehmoment T im Schritt S430 bestimmt. Der Lenksteuergrad θ_c wird anhand der vorstehenden Gleichung (3) berechnet. Das Lenkdrehmoment T wird nach Erhalten eines Drehmoments TL und einer Lenkdrehmomentverstärkung kt anhand der nachfolgenden Gleichung (4) berechnet. Das Drehmoment TL wird unter Bezugnahme auf die in Fig. 27 gezeigte Karte bezüglich dem aktuellen Queroffsetgrad e bestimmt. Die Lenkdrehmomentverstärkung wird unter Bezugnahme auf die in Fig. 28 gezeigte Karte bezüglich des Radius R bestimmt.

$$T = TL \times kt \quad (4).$$

Danach schreitet der Ablauf zum Schritt S422.

Wird festgestellt, daß die Straße eine Rechtskurve aufweist, schreitet der Ablauf zum Schritt S432, um eine Positionssteuerverstärkung kp_1 unter Bezugnahme auf die in Fig. 25 gezeigte Karte mittels dem aktuellem Queroffsetgrad e zu bestimmen. Danach werden der Lenksteuergrad θ_c und das Lenkdrehmoment T im Schritt S434 erhalten. Der Lenksteuergrad θ_c wird anhand der vorstehenden Gleichung (3) berechnet. Das Lenkdrehmoment T wird nach Erhalten eines Drehmoments TR und einer Lenkdrehmomentverstärkung kt anhand der nachfolgenden Gleichung (5) berechnet. Das Drehmoment TR wird unter Bezugnahme auf die in Fig. 29 gezeigte Karte bezüglich des aktuellen Queroffsetgrads e bestimmt. Die Lenkdrehmomentverstärkung wird unter Bezugnahme auf die in Fig. 28 gezeigte Karte bezüglich dem Radius R bestimmt.

$$T = TR \times kt \quad (5).$$

Danach schreitet der Ablauf zum Schritt S422.

Im Schritt S422 wird ein auf dem Lenksteuergrad und dem Lenkdrehmoment T basierendes Signal an die Ansteuerschaltung 240 ausgegeben. Dementsprechend wird der Elektromotor 221 zum Lenken der Vorderräder $FW1$ und $FW2$ angesteuert, und die Routine ist abgeschlossen. Es ist zu beachten, daß der Ablauf gemäß den Schritten S416 bis S422 der Alarmierungsdrehschalteneinrichtung M4 entspricht.

Wie vorstehend erwähnt, wird das der Lenkeinrichtung M3 zugeführte Drehmoment erhöht, wenn sich das Fahrzeug auf der Straße den Führungslinien nähert. Das der Lenkeinrichtung M3 zugeführte Drehmoment wird zu dem Fahrer des Fahrzeugs übertragen, wodurch der Fahrer einen Positionszustand des Fahrzeugs bezüglich der Führungslinie erkennen kann.

Darüber hinaus wird die Aufmerksamkeit eines Fahrers durch Ändern des Drehmoments in Übereinstimmung mit dem Radius R der Kurve stark geweckt, wenn das Fahrzeug in einer Kurve nach außen abweicht. D.h., das Drehmoment wird in einem neben der Führungslinie auf der äußeren Seite der Kurve befindlichen Bereich erhöht.

Fig. 30 zeigt ein Flußdiagramm einer weiteren als Lenksteuereinrichtung M2 wirkenden Lenksteueroperation, die durch die ECU 230 durchgeführt wird. Diese Lenksteueroperation wird in vorbestimmten Intervallen wiederholt durchgeführt. In Fig. 30 liest die ECU 230 im Schritt S442 den Offsetgrad $E(n)$, den aktuellen Queroffsetgrad e und den Radius R ein, die von der Führungslinienerkennungseinrichtung 236 ausgegeben werden. Danach wird im Schritt S444 bestimmt, ob die Führungslinie der Straße durch die Führungslinienerkennungseinrichtung 236 erkannt werden kann, oder nicht. Kann die Führungslinie erkannt werden, so befindet sich der Offsetgrad $E(n)$ innerhalb eines vorbestimmten Bereichs. Kann dagegen die Führungslinie nicht erkannt werden, so wird der Offsetgrad $E(n)$ auf einen spezifischen Wert außerhalb des vorbestimmten Bereichs eingestellt.

Kann die Führungslinie erkannt werden, so schreitet der Ablauf zum Schritt S446. Kann dagegen die Führungslinie nicht erkannt werden, so ist die Routine beendet. In den Schritten S446 und S448 wird der von der Führungslinienerkennungseinrichtung 236 erhaltene aktuelle Queroffsetgrad e mit dem vorbestimmten Wert $L1$ und $L2$ verglichen. Wie in Fig. 31 dargestellt ist, handelt es sich bei dem vorbestimmten Wert $L1$ um einen Wert zum Bestimmen, ob sich das Fahrzeug neben der Mitte der Straße befindet, oder nicht. Der vorbestimmte Wert $L1$ beträgt beispielsweise wenige Zehntel Zentimeter. Bei dem vorbestimmten Wert $L2$ handelt es sich um einen Wert zum Bestimmen, ob sich das Fahrzeug neben einer Führungslinie der Straße befindet, oder nicht. Der vorbestimmte Wert $L2$ beträgt beispielsweise ungefähr einen Meter und wenige Zehntel Zentimeter.

Wird im Schritt S446 festgestellt, daß $|e| \leq L1$, so schreitet der Ablauf zum Schritt S450, um die Positionssteuerverstärkung kp auf einen Wert kpa einzustellen die Drehmomentsteuerverstärkung kt auf einen Wert kta . Wird im Schritt S446 und im Schritt S448 festgestellt, daß $L1 < |e| \leq L1 + L2$, so schreitet der Ablauf zum Schritt S452, um die Positionssteuerverstärkung kp auf einen Wert kpb einzustellen und die Drehmomentsteuerverstärkung kt auf einen Wert kth . Wird dagegen festgestellt, daß $L1 + L2 < |e|$, so schreitet der Ablauf zum Schritt S445, um die Positionssteuerverstärkung kp auf einen Wert kpc einzustellen und die Drehmomentsteuerverstärkung kt auf einen Wert ktc .

Die vorgenannten Werte für die Positionssteuerverstär-

kung k_p und die Drehmomentsteuerverstärkung k_t weisen die folgenden Beziehungen auf.

$$k_{ph} < k_{pa} < k_{pc} \quad (6)$$

$$0 \leq k_{th} < k_{ta} < k_{tc} \quad (7).$$

Wie vorstehend erwähnt werden die Steuerverstärkungen so eingestellt, daß die Aufmerksamkeit des Fahrers stärker geweckt wird, wenn sich das Fahrzeug näher an der Führungslinie bewegt. Es ist zu beachten, daß der Ablauf gemäß dem Schritt S450 einer Folgedrehmomentgebereinrichtung entspricht, und der Ablauf gemäß dem Schritt S454 einer Alarmierungsdrehmomentgebereinrichtung.

Nachdem der Ablauf gemäß einem der Schritte S450, S452 und S454 durchgeführt ist, schreitet der Ablauf zum Schritt S456 den Lenksteuergrad θ_c und das Lenkdrehmoment T anhand der nachfolgenden Gleichungen (8) und (9) zu berechnen.

$$\theta_c = (k_{px}e) + (k_{dx}de) \quad (8)$$

$$T = k_t \times C \quad (9).$$

Bei der vorstehenden Gleichung kennzeichnet C einen vorbestimmten Wert.

Danach schreitet der Ablauf zum Schritt S458. Im Schritt S458 wird die Ansteuerschaltung 240 basierend auf dem Lenksteuergrad θ_c und dem Lenkdrehmoment T aktiviert. Dadurch wird der Elektromotor 221 zum Antreiben der Vorderräder FW1 und FW2 angesteuert, und die Routine ist beendet.

Wie vorstehend erwähnt, wird eine Lenksteuerung (Spurverfolgung) durchgeführt, so daß das Fahrzeug nicht von der Mitte der Straße oder Fahrspur abweicht, wenn sich das Fahrzeug in der Mitte der Straße oder Fahrspur bewegt. Somit kann eine stabile Bewegung des Fahrzeugs erzielt werden. Es ist zu beachten, daß die Lenkoperation des Fahrzeugs nicht durch eine automatische Lenksteuerung sondern eine manuelle Steuerung durchgeführt wird, so daß die durch die Lenksteuervorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel durchgeführte Lenksteueroperation mittels einer durch den Fahrer durchgeführte Lenkbetätigung überwunden werden kann.

Es ist zu beachten, daß die Drehmomentsteuerverstärkung k_t in Übereinstimmung mit einem Lenkwinkel und einer Lenkwinkelgeschwindigkeit (oder einer Giergeschwindigkeit) verändert werden kann. Das heißt, der Wert k_{tc} für die Drehmomentsteuerverstärkung k_t wird vergrößert, wenn der Lenkwinkel und die Lenkwinkelgeschwindigkeit (differenzieller Wert des Lenkwinkels bezüglich der Zeit) kleiner sind als die entsprechenden Schwellwerte. Andererseits wird der Wert k_{tc} für die Drehmomentsteuerverstärkung k_t verringert, wenn der Lenkwinkel und die Lenkwinkelgeschwindigkeit größer sind als die entsprechenden Schwellwerte.

Fig. 32 zeigt ein Flußdiagramm zum Realisieren des vor genannten Ablaufs. Dieser Ablauf wird zu jedem vorbestimmten Zeitpunkt unterbrechungsgesteuert. Im Schritt S460 werden der Lenkwinkel θ und die Lenkwinkelgeschwindigkeit $\Delta\theta$ gelesen. Danach wird im Schritt S462 bestimmt, ob der Lenkwinkel größer ist als ein Schwellwert α , oder nicht, oder ob die Lenkwinkelgeschwindigkeit $\Delta\theta$ größer ist als ein Schwellwert β , oder nicht. Ist $\theta > \alpha$ oder $\Delta\theta > \beta$, so schreitet der Ablauf Schritt S464, um den Wert k_{tc} für die Drehmomentsteuerverstärkung k_t zu verringern. Ist $\theta \geq \alpha$ und $\Delta\theta \geq \beta$, so schreitet der Ablauf zum Schritt S466, um den Wert k_{tc} für die Drehmomentsteuerverstärkung k_t zu er-

höhen. Dadurch kann Fahrspurwechsel auf einfache Weise erfolgen, wenn der Lenkwinkel und die Lenkwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs 270 groß sind, so daß sich das Fahrzeug 270 zu einer benachbarten Fahrspur bewegen kann, wie durch den gestrichelten Pfeil von 270A in Fig. 33 angegeben ist. Sind dagegen der Lenkwinkel und die Lenkwinkelgeschwindigkeit gering, so kann das Fahrzeug 270 innerhalb der Fahrspur beibehalten werden, wie durch 270B in Fig. 33 angegeben ist.

Alternativ können die Positionssteuerverstärkung k_p und die Drehmomentsteuerverstärkung k_t in Übereinstimmung mit einer Position des Fahrzeugs (der aktuelle Queroffsetgrad) verändert werden. D.h., wenn die Linkskurvenlenkoperation bei einer Bewegung des Fahrzeugs auf der linken Seite einer Straße oder Fahrspur erfaßt wird, werden sowohl der Wert k_{pc} der Positionssteuerverstärkung k_p als auch der Wert k_{tc} der Drehmomentsteuerverstärkung k_t erhöht. In gleicher Weise werden sowohl der Wert k_{pc} der Positionssteuerverstärkung k_p als auch der Wert k_{tc} der Drehmomentsteuerverstärkung k_t erhöht, wenn die Linkskurvenlenkoperation bei einer Bewegung des Fahrzeugs auf der rechten Seite einer Straße oder Fahrspur erfaßt wird. Es ist zu beachten, daß ein Linkskurvenlenkvorgang erkannt werden kann, wenn ein durch Subtrahieren des aktuellen Lenkwinkels von dem unmittelbar vorherigen Lenkwinkel erhaltener Wert positiv ist. Andererseits kann ein Rechtskurvenlenkvorgang erkannt werden, wenn ein durch Subtrahieren des aktuellen Lenkwinkels von dem unmittelbar vorherigen Lenkwinkel erhaltener Wert negativ ist.

Fig. 34 zeigt ein Flußdiagramm zum Realisieren des vor genannten Ablaufs. Dieser Ablauf wird zu jedem vorbestimmten Zeitpunkt unterbrechungsgesteuert gestartet. Im Schritt S470 werden der aktuelle Queroffsetgrad e , der unmittelbar vorherige Lenkwinkel $\theta(k-1)$ und der aktuelle Lenkwinkel $\theta(k)$ gelesen. Im Schritt S472 wird bestimmt, ob ein Linkskurvenlenkvorgang oder ein Rechtskurvenlenkvorgang durchgeführt wird, anhand einer Feststellung, ob eine Differenz $\theta(k-1) - \theta(k)$ positiv oder negativ ist. Ist die Differenz positiv, so schreitet der Ablauf zum Schritt S474, in dem der Linkskurvenlenkvorgang erkannt wird. Ist die Differenz negativ, so schreitet der Ablauf zum Schritt S476, in dem der Rechtskurvenlenkvorgang erkannt wird.

Danach wird im Schritt S478 bestimmt, ob sich das Fahrzeug auf der linken Seite der Straße bewegt, oder nicht. Wird festgestellt, daß sich das Fahrzeug auf der linken Seite bewegt, so schreitet der Ablauf zum Schritt S480. Im Schritt S480 wird bestimmt, ob der Linkskurvenlenkvorgang durchgeführt wird. Wird festgestellt, daß der Linkskurvenlenkvorgang durchgeführt wird, so schreitet der Ablauf zum Schritt S482, um den Wert k_{pc} für die Positionssteuerverstärkung k_p und den Wert k_{tc} für die Drehmomentsteuerverstärkung k_t zu erhöhen. Wird dagegen festgestellt, daß der Linkskurvenlenkvorgang nicht durchgeführt wird, d. h., falls der Rechtskurvenlenkvorgang durchgeführt wird, so schreitet der Ablauf zum Schritt S484, um den normalen Wert k_{pc} für die Positionssteuerverstärkung k_p und den normalen Wert k_{tc} für die Drehmomentsteuerverstärkung k_t einzustellen.

Wird dagegen im Schritt S478 festgestellt, daß sich das Fahrzeug nicht auf der linken Seite bewegt, d. h., falls sich das Fahrzeug auf der rechten Seite bewegt, so schreitet der Ablauf zum Schritt S486. Im Schritt S486 wird bestimmt, ob der Linkskurvenlenkvorgang durchgeführt wird, oder nicht. Wird festgestellt, daß der Linkskurvenlenkvorgang nicht durchgeführt wird, d. h., falls der Rechtskurvenlenkvorgang durchgeführt wird, so schreitet der Ablauf zum Schritt S482, um den Wert k_{pc} für die Positionssteuerverstärkung k_p und den Wert k_{tc} für die Drehmomentsteuerverstärkung k_t zu er-

höhen. Wird dagegen festgestellt, daß der Linkskurvenlenk-
vorgang durchgeführt wird, so schreitet der Ablauf zum
Schritt S484, um den normalen Wert k_{pe} für die Positions-
steuerverstärkung k_p und den normalen Wert k_{ie} für die
Drehmomentsteuerverstärkung k_p einzustellen. Gemäß dem
vorgenannten Ablauf können die in Fig. 35 gezeigten Fahr-
zeuge 271 und 272 mit einer guten Fähigkeit ausgestattet
werden, eine Bewegung innerhalb der aktuellen Fahrspur
beizubehalten.

Darüber hinaus kann der vorbestimmte Wert $L1$ durch einen
Mittelwert der aktuellen Queroffsetwerte e nach links
oder nach rechts verschoben werden, um eine Bewegungslinie
des Fahrzeugs von der Mitte der Fahrspur zu einer aktu-
ellen Bewegungsposition gemäß Fig. 36 zu verschieben,
falls sich das Fahrzeug innerhalb eines Bereichs $L1 + L2$ be-
weegt und ein Absolutwert des Lenkwinkels θ für eine vorbe-
stimmte Zeitdauer t_0 (beispielsweise wenige Zehntel Sekun-
den) geringer als ein vorbestimmter Wert θ_0 ist.

Fig. 37 zeigt ein Flußdiagramm zum Realisieren des vor-
genannten Ablaufs. Dieser Ablauf wird zu jedem vorbe-
stimmten Zeitpunkt unterbrechungsgesteuert gestartet. Im
Schritt S490 werden der aktuelle Queroffsetgrad e und der
Lenkwinkel θ gelesen. Danach wird im Schritt S492 be-
stimmt, ob ein Absolutwert des aktuellen Queroffsetgrads e
kleiner ist als der vorbestimmte Wert $L1 + L2$, oder nicht.
Darüber hinaus wird im Schritt S494 bestimmt, ob ein Ab-
solutwert des Lenkwinkels θ kleiner ist als der vorbe-
stimmte Wert θ_0 , oder nicht. Wird die Bedingung eines der
Schritte S492 und S494 nicht erfüllt, so schreitet der Ablauf
zum Schritt S496, um einen Zeitgeber t auf "0" zu setzen.
Werden dagegen die Bedingungen beider Schritte S492 und
S494 erfüllt, so schreitet der Ablauf zum Schritt S498, um
den Zeitgeber t hochzuzählen. Danach wird im Schritt S500
bestimmt, ob der Zeitgeber t einen vorbestimmten Wert t_0
überschreitet. Überschreitet der Zeitgeber t den vorbe-
stimmten Wert t_0 , so schreitet der Ablauf zum Schritt S502,
um den vorbestimmten Wert $L1$ um den Mittelwert der aktu-
ellen Queroffsetwerte e nach links oder rechts zu verschie-
ben, und die Routine ist beendet. Wird festgestellt, daß der
Zeitgeber t nicht den vorbestimmten Wert t_0 überschreitet,
so wird die Routine beendet.

Die vorliegende Anmeldung basiert auf den japanischen
Prioritätsanmeldungen Nr. 9-183965, Nr. 9-257060 und Nr.
9-270173, deren Inhalte hiernit als Bezug aufgenommen
werden.

Zusammenfassend wird eine Fahrzeuglenksteuervorrich-
tung offenbart zum Steuern eines Lenkdrehmoments zum
Bewegen eines Fahrzeugs in Richtung einer durch einen
Fahrer gewünschten oder für die Umstände des Fahrzeugs
geeigneten Linie. Die Fahrzeuglenksteuervorrichtung er-
kennt eine Fahrspur, auf der sich das Fahrzeug bewegt, und
steuert das Lenkdrehmoment des Fahrzeugs, so daß sich das
Fahrzeug entlang der Fahrspur bewegt. Eine Vielzahl von
Bezugslinien werden eingestellt, die sich entlang der Fahr-
spur erstrecken und in einer Breitenrichtung der Fahrspur
parallel zueinander angeordnet sind. Eine Zielbewegungslinie
wird aus der Vielzahl von Bezugslinien in Übereinstim-
mung mit einem Bewegungszustand des Fahrzeugs aus-
gewählt. Ein Lenkdrehmoment wird erzeugt zum Verschieben
einer Bewegungslinie des Fahrzeugs in Richtung der Zielbe-
wegungslinie.

Patentansprüche

1. Fahrzeuglenksteuervorrichtung zum Erkennen einer
Fahrspur (48), auf der sich ein Fahrzeug (40) bewegt,
und zum Steuern eines Lenkdrehmoments des Fahr-
zeugs (40), so daß sich das Fahrzeug (40) entlang der

Fahrspur (48) bewegt, gekennzeichnet durch

- a) eine Bezugslinienseinstelleinrichtung zum Ein-
stellen einer Vielzahl von Bezugslinien (60), die
sich entlang der Fahrspur (48) erstrecken und in
einer Breitenrichtung der Fahrspur (48) parallel
zueinander angeordnet sind,
- b) einer Zielbewegungslinienauswahleinrichtung
zum Auswählen einer Zielbewegungslinie aus der
Vielzahl von Bezugslinien (60) in Übereinstim-
mung mit einem Bewegungszustand des Fahr-
zeugs (40), und
- c) einer Rückkehrlenkdrehmomenterzeugungsein-
richtung zum Erzeugen eines Lenkdrehmo-
ments zum Verschieben einer Bewegungslinie des
Fahrzeugs (40) in Richtung der Zielbewegungslinie.

2. Fahrzeuglenksteuervorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß die Zielbewegungslinie-
auswahleinrichtung eine der Bezugslinien (60), die
eine Näherung einer durch eine Lenkbetätigung eines
Fahrers des Fahrzeugs (40) erzielten Lenkbetriebslinie
darstellt, als die Zielbewegungslinie auswählt.

3. Fahrzeuglenksteuervorrichtung nach Anspruch 1
oder 2, gekennzeichnet durch

- eine Abweichungsvermeidungsbereichseinstelleinrichtung zum Einstellen eines Abweichungsver-
meidungsbereichs (56, 58) auf einer Seite der Fahrspur
(48), und
- eine Abweichungsvermeidungsdrehmomenterzeugungseinrichtung zum Erzeugen eines Lenkdreh-
moments zum Bewegen des Fahrzeugs (40) in Rich-
tung einer Mitte der Fahrspur (48), wenn die Bewe-
gungslinie des Fahrzeugs (40) mit dem Abweichungs-
vermeidungsbereich (56, 58) überlappt.

4. Fahrzeuglenksteuervorrichtung nach Anspruch 3,
gekennzeichnet durch

- eine Zustandserkennungseinrichtung zum Erkennen
von Zuständen eines Bewegungspfad des Fahrzeugs
(40), und
- eine Steuerverstärkungsänderungseinrichtung zum Än-
dern einer Größe des durch die Abweichungsvermei-
dungsdrehmomenterzeugungseinrichtung erzeugten
Lenkdrehmoments in Übereinstimmung mit den Zu-
ständen des Bewegungspfad.

5. Fahrzeuglenksteuervorrichtung nach Anspruch 3,
gekennzeichnet durch

- eine Zustandserkennungseinrichtung zum Erkennen
von Zuständen eines Bewegungspfad des Fahrzeugs
(40),
wobei die Abweichungsvermeidungsbereichseinstelleinrichtung eine Bereichsbreiteinstelleinrichtung
enthält zum Einstellen einer Breite des Abwei-
chungsvermeidungsbereichs (56, 58) in Übereinstim-
mung mit den Zuständen des Bewegungspfad.

6. Fahrzeuglenksteuervorrichtung nach Anspruch 5,
gekennzeichnet durch

- eine Lenkbetriebslinienlernereinrichtung zum Lernen einer
Lenkbetriebslinie bezüglich eines jeden Zustands
des Bewegungspfad, wobei sich die Lenkbetriebslinie
aus einer Lenkbetätigung eines Fahrers des Fahrzeugs
(40) ergibt,
wobei die Bereichsbreiteinstelleinrichtung eine
Lernergebniswiedergabeeinrichtung enthält zum Wie-
dergeben eines Lernergebnisses der Lenkbetriebslini-
enlernereinrichtung in der Breite des Abweichungsver-
meidungsbereichs (56, 58).

7. Fahrzeuglenksteuervorrichtung mit:

- a) einer Fahrspurbereichserfassungseinrichtung

zum Erfassen eines sich vor einem mit der Fahrzeuglenkstelleneinrichtung ausgestatteten Fahrzeug (40) erstreckenden Fahrschulbereichs (48), und

b) einer Rückkehrlenkdrehmomenterzeugungseinrichtung zum Erzeugen eines Rückkehrlenkdrehmoments, durch das das Fahrzeug (40) in Richtung einer Mitte des Fahrschulbereichs (48) geführt wird, wenn sich das Fahrzeug (40) zu einem in einen Seitenbereich des Fahrschulbereichs (48) vorgesehenen Steuerbereich (72, 74) bewegt, gekennzeichnet durch eine Absichtsbestimmungseinrichtung zum Bestimmen, ob ein Fahrer des Fahrzeugs (40) das Fahrzeug (40) bewußt zu dem Steuerbereich (72, 74) bewegt, oder nicht, und eine Rückkehrlenkdrehmomentbeschränkungseinrichtung zum Beschränken der Erzeugung des Rückkehrlenkdrehmoments, wenn festgestellt wird, daß der Fahrer das Fahrzeug (40) bewußt zu dem Steuerbereich (72, 74) bewegt.

8. Fahrzeuglenkstelleneinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Absichtsbestimmungseinrichtung eine Fortdauermeßeinrichtung enthält zum Messen einer fortlaufenden Zeitdauer, während der sich das Fahrzeug (40) in dem Steuerbereich (100, 102) bewegt, und die Rückkehrlenkdrehmomentbeschränkungseinrichtung eine erste Verhinderungseinrichtung enthält zum Verhindern der Erzeugung des Rückkehrlenkdrehmoments, wenn die fortlaufende Zeitdauer eine vorbestimmte Zeitdauer erreicht hat.

9. Fahrzeuglenkstelleneinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Absichtsbestimmungseinrichtung eine Verhinderungszustandsbestimmungseinrichtung enthält zum Bestimmen, ob das Fahrzeug (40) zu einem außerhalb des Steuerbereichs (112, 118) vorgesehenen Verhinderungsbereich (114, 120) bewegt wird, oder nicht, und die Rückkehrlenkdrehmomentbeschränkungseinrichtung eine zweite Verhinderungseinrichtung enthält zum Verhindern der Erzeugung des Rückkehrlenkdrehmoments, wenn das Fahrzeug in den Verhinderungsbereich (138, 144) eintritt.

10. Fahrzeuglenkstelleneinrichtung nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch eine Abweichungsvermeidungseinrichtung zum Erzeugen eines Abweichungsvermeidungslenkdrehmoments, durch das das Fahrzeug (40) in Richtung einer Mitte des Fahrschulbereichs (48) geführt wird, wenn sich das Fahrzeug (40) in einem außerhalb des Steuerbereichs (112, 118; 138, 144) vorgesehenen Abweichungsvermeidungsbereich (116, 122; 142, 148) bewegt.

11. Fahrzeuglenkstelleneinrichtung mit:

- a) einer Fahrschulbereichserfassungseinrichtung zum Erfassen eines sich vor einem mit der Fahrzeuglenkstelleneinrichtung ausgestatteten Fahrzeug erstreckenden Fahrschulbereichs, und
- b) einer Rückkehrlenkdrehmomenterzeugungseinrichtung zum Erzeugen eines Rückkehrlenkdrehmoments, durch das das Fahrzeug in Richtung einer Mitte des Fahrschulbereichs geführt wird, wenn sich das Fahrzeug zu einem in einem Seitenbereich des Fahrschulbereichs vorgesehenen Steuerbereich bewegt, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückkehrlenkdrehmomenterzeugungseinrichtung das Rückkehrlenkdrehmoment für eine vorbestimmte Zeitdauer nach dem Eintreten des

Fahrzeugs (40) in den Steuerbereich (100, 102) erzeugt.

12. Fahrzeuglenkstelleneinrichtung nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch eine Abweichungsvermeidungseinrichtung zum Erzeugen eines Abweichungsvermeidungslenkdrehmoments, durch das das Fahrzeug (40) in Richtung einer Mitte des Fahrschulbereichs (48) geführt wird, wenn sich das Fahrzeug (40) in einem außerhalb des Steuerbereichs (112, 118; 138, 146) vorgesehenen Abweichungsvermeidungsbereich (116, 122; 142, 146) bewegt.

13. Fahrzeuglenkstelleneinrichtung mit:

- a) einer Führungslinienerkennungseinrichtung (M1) zum Erkennen einer auf einer Straße, auf der sich ein mit der Fahrzeuglenkstelleneinrichtung ausgestattetes Fahrzeug bewegt, vorgesehenen Führungslinie,
- b) einer Lenkstelleneinrichtung (M2) zum Steuern einer Lenkoperation des Fahrzeugs durch Erfassen eines Positionszustands des Fahrzeugs bezüglich der durch die Führungslinienerkennungseinrichtung (M1) erkannten Führungslinie,
- c) einer Alarmierungsdrehmomentgebereinrichtung (M4) zum Wecken der Aufmerksamkeit eines Fahrers des Fahrzeugs durch Zuführen eines Drehmoments zu einer Lenkmechanik (210) des Fahrzeugs in Übereinstimmung mit einem Positionszustand des Fahrzeugs bezüglich der Führungslinie,
- d) einer Folgedrehmomentgebereinrichtung zum Einstellen einer Zielposition auf der Straße in Übereinstimmung mit einem Ergebnis der Erkennung der Führungslinie, und zum Zuführen eines Drehmoments zu der Lenkmechanik (210), so daß das Fahrzeug der Zielposition folgt, und
- e) einer Bewegungszustandserfassungseinrichtung zum Erfassen eines Bewegungszustands des Fahrzeugs, gekennzeichnet durch
- f) eine Zielpositionskorrekturereinrichtung zum Korrigieren der Zielposition in Übereinstimmung mit dem durch die Bewegungszustandserfassungseinrichtung erfaßten Bewegungszustand.

Hierzu 28 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG.1

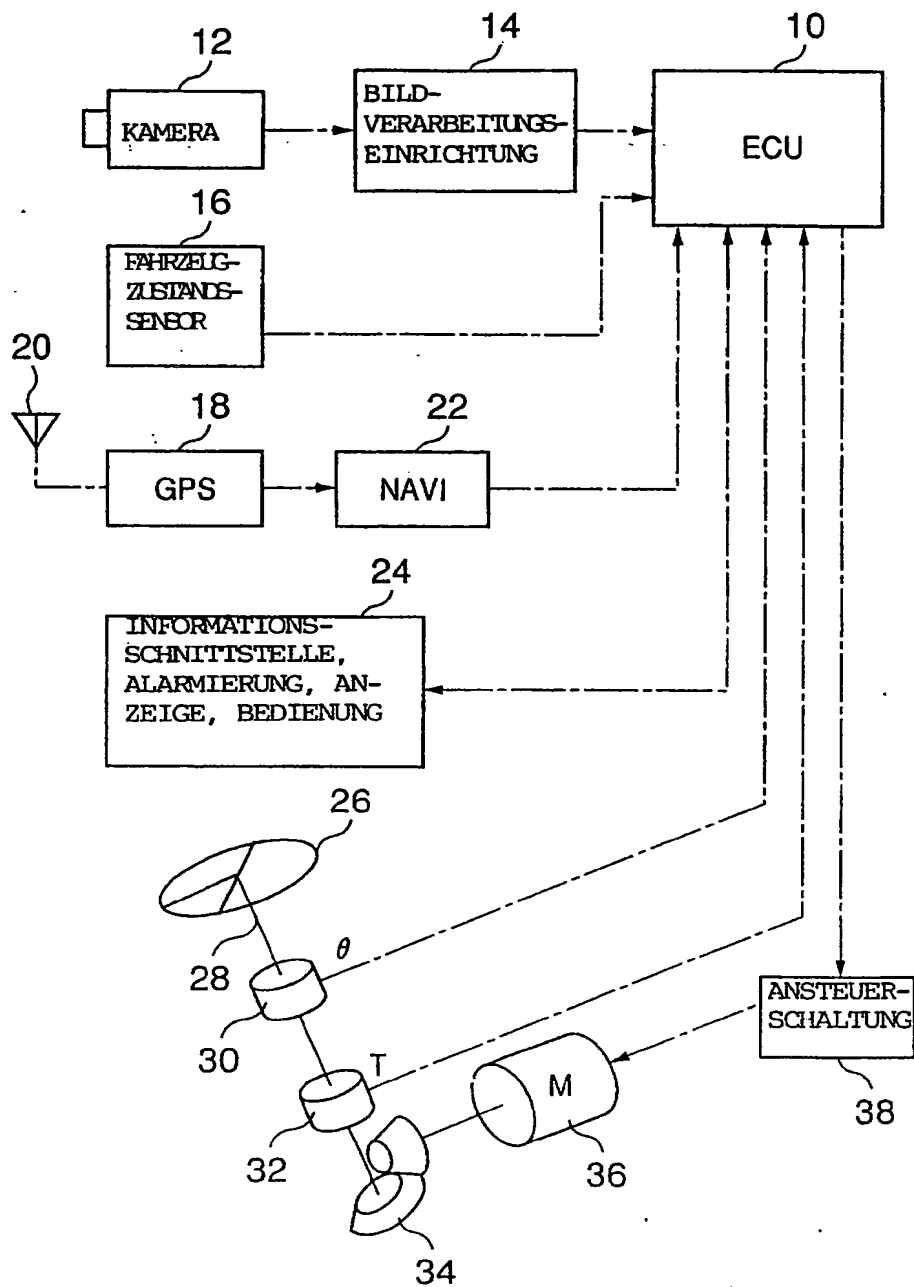


FIG.2

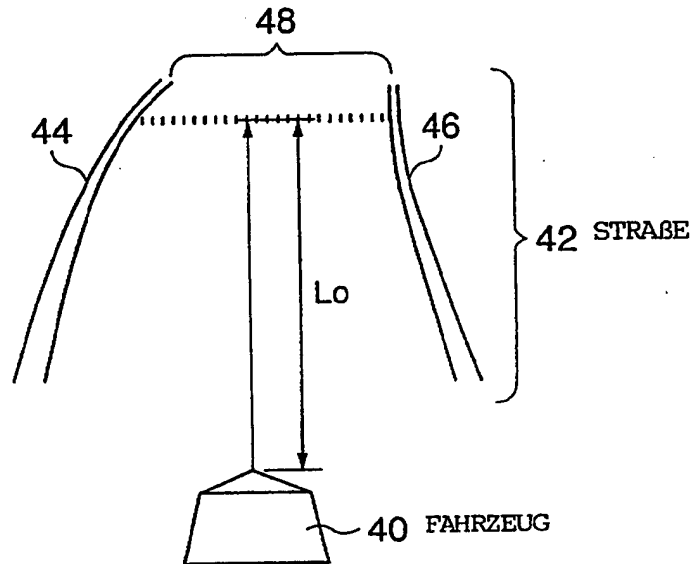


FIG.3

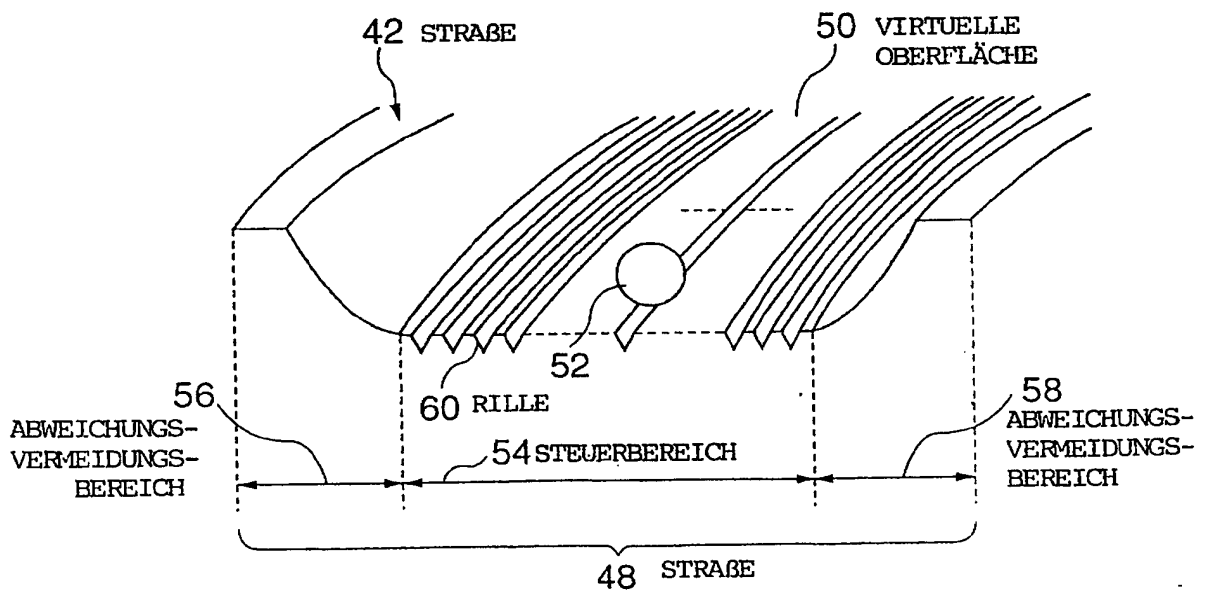


FIG.4

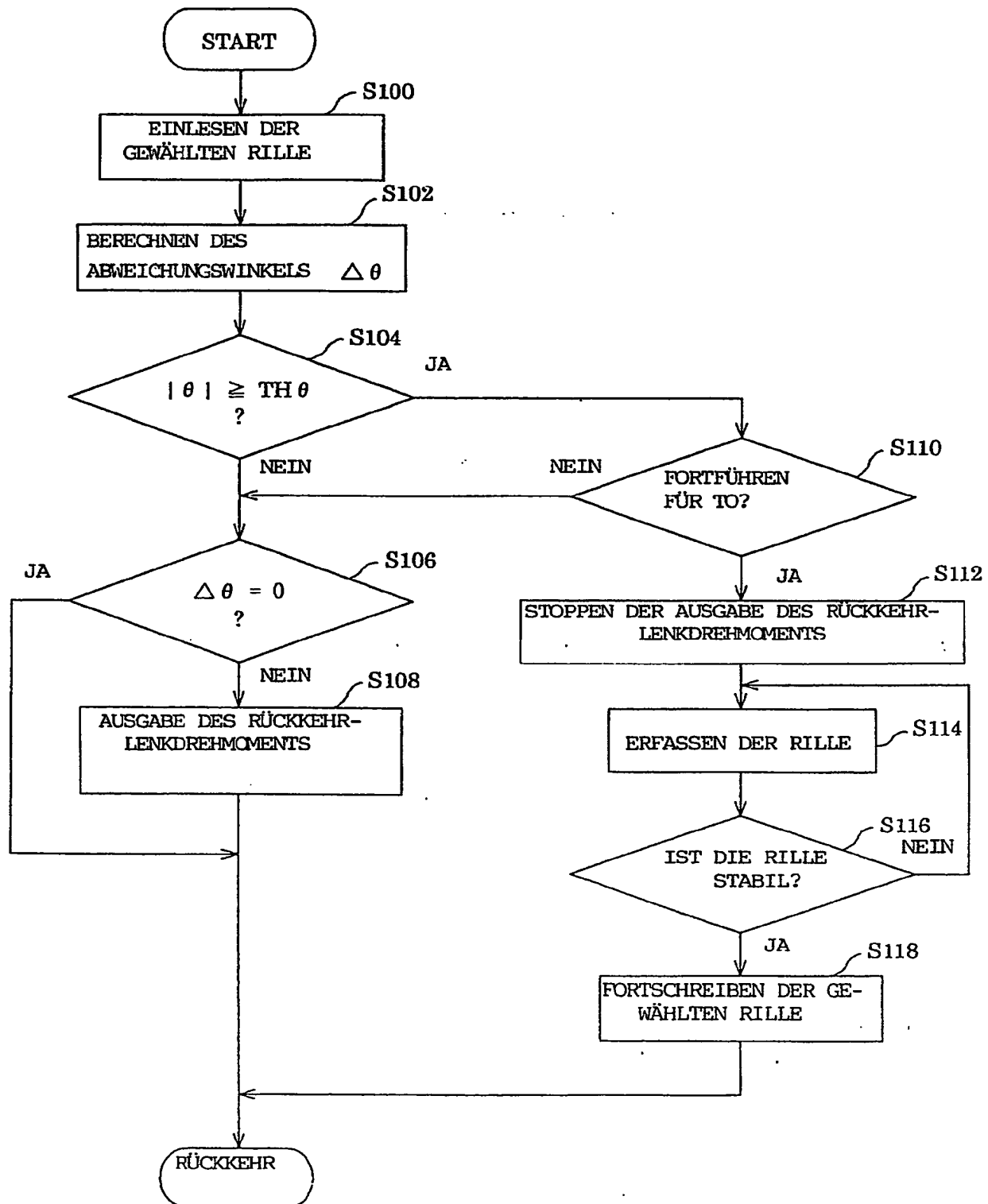


FIG.5

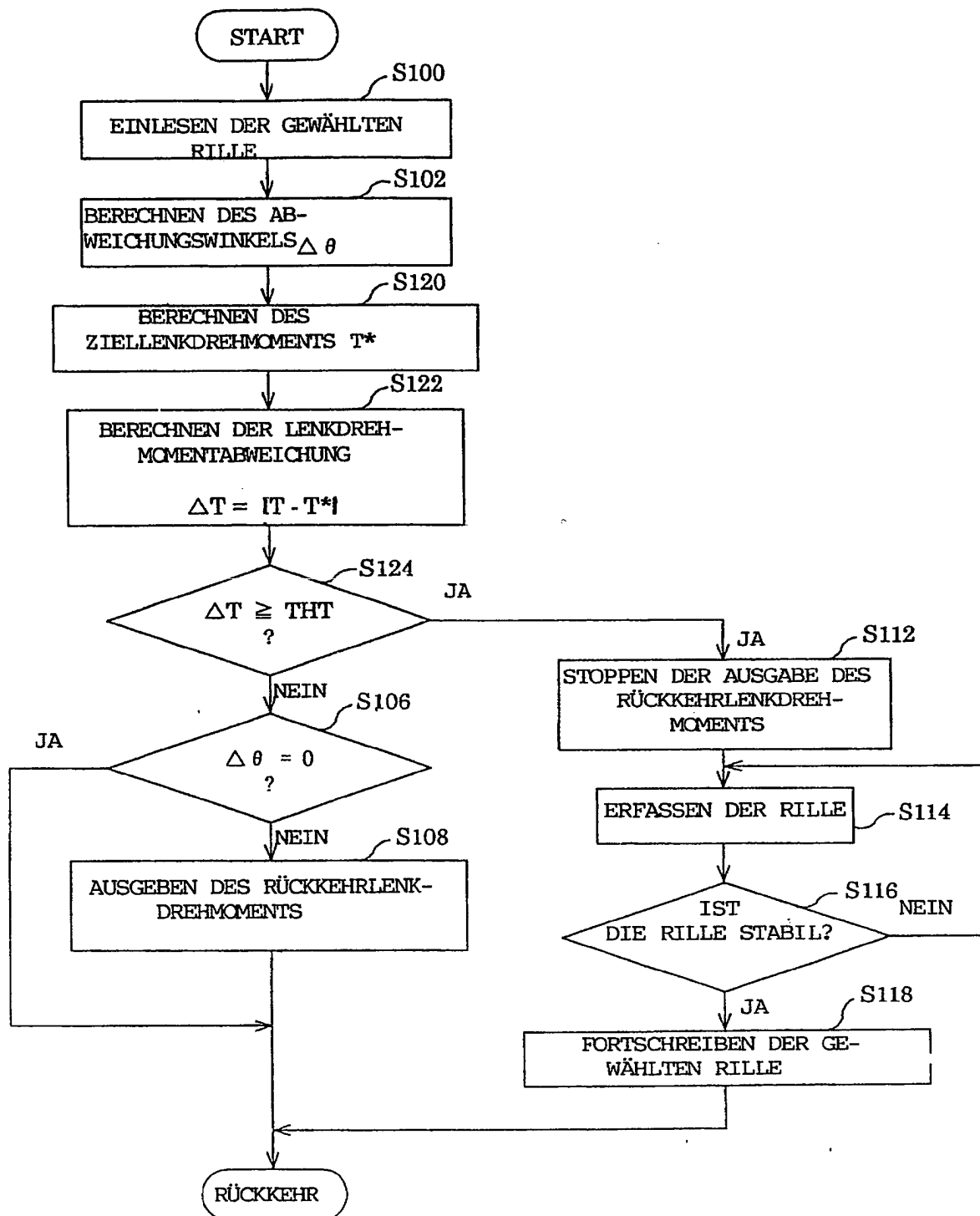


FIG.6

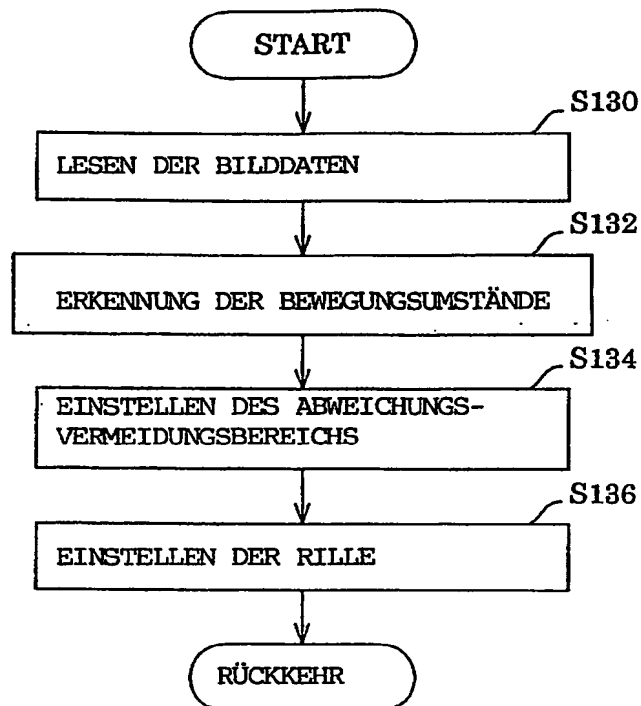


FIG.7

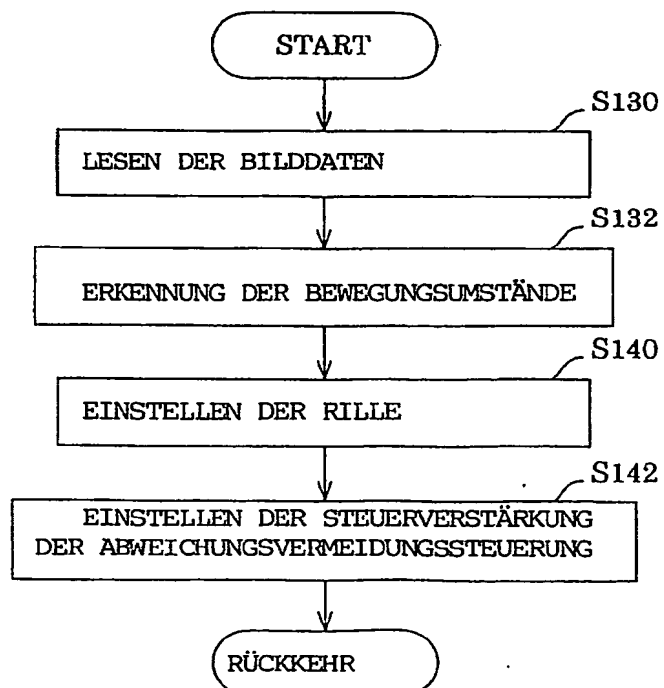


FIG.8

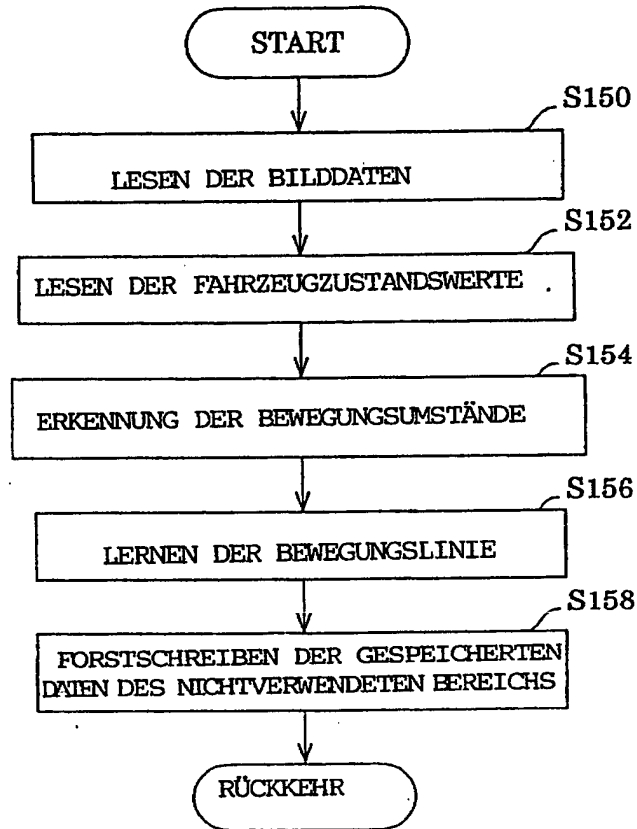


FIG.9

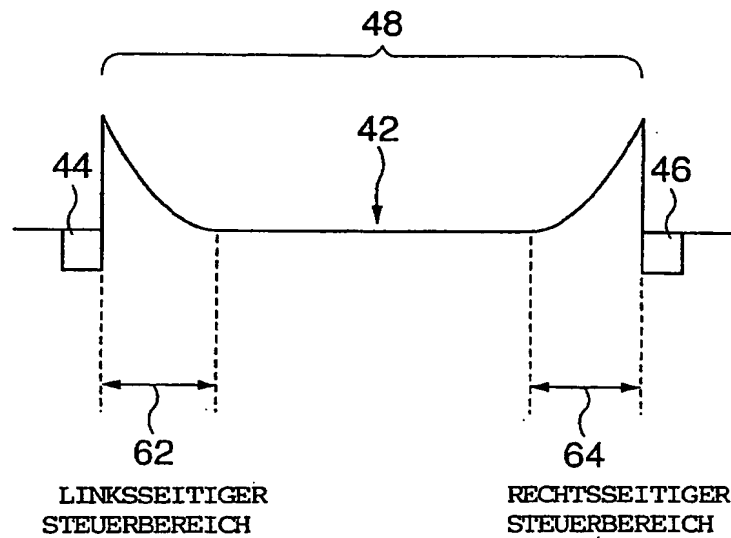


FIG.10

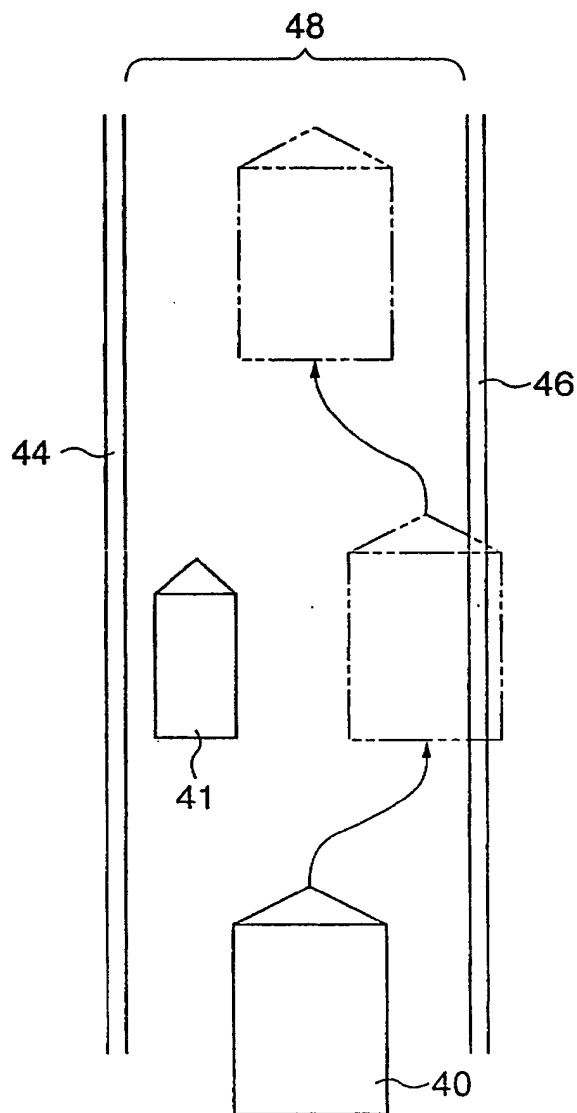


FIG.11

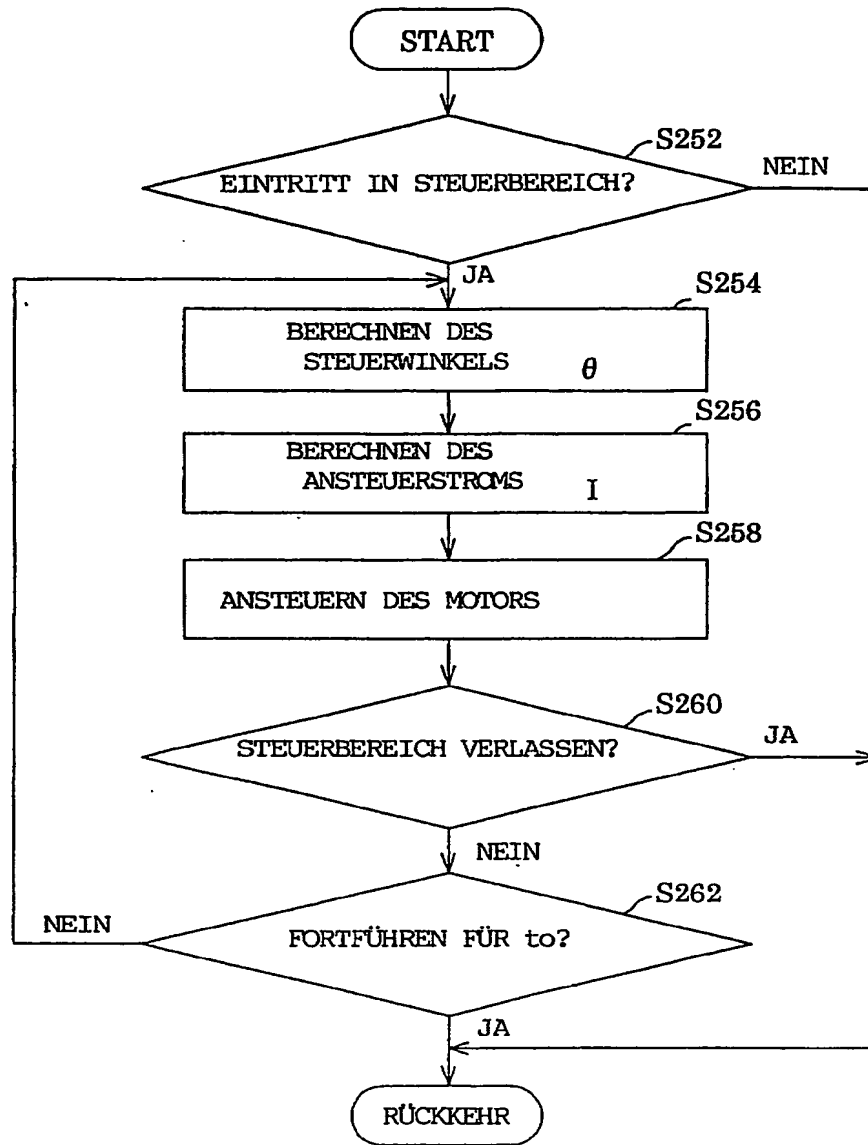


FIG.12

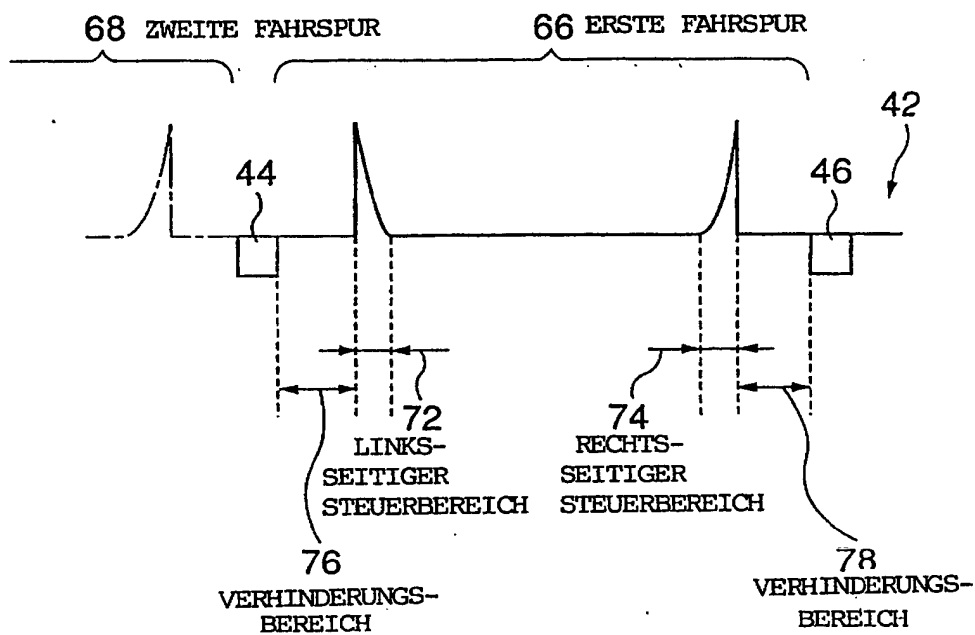


FIG.13

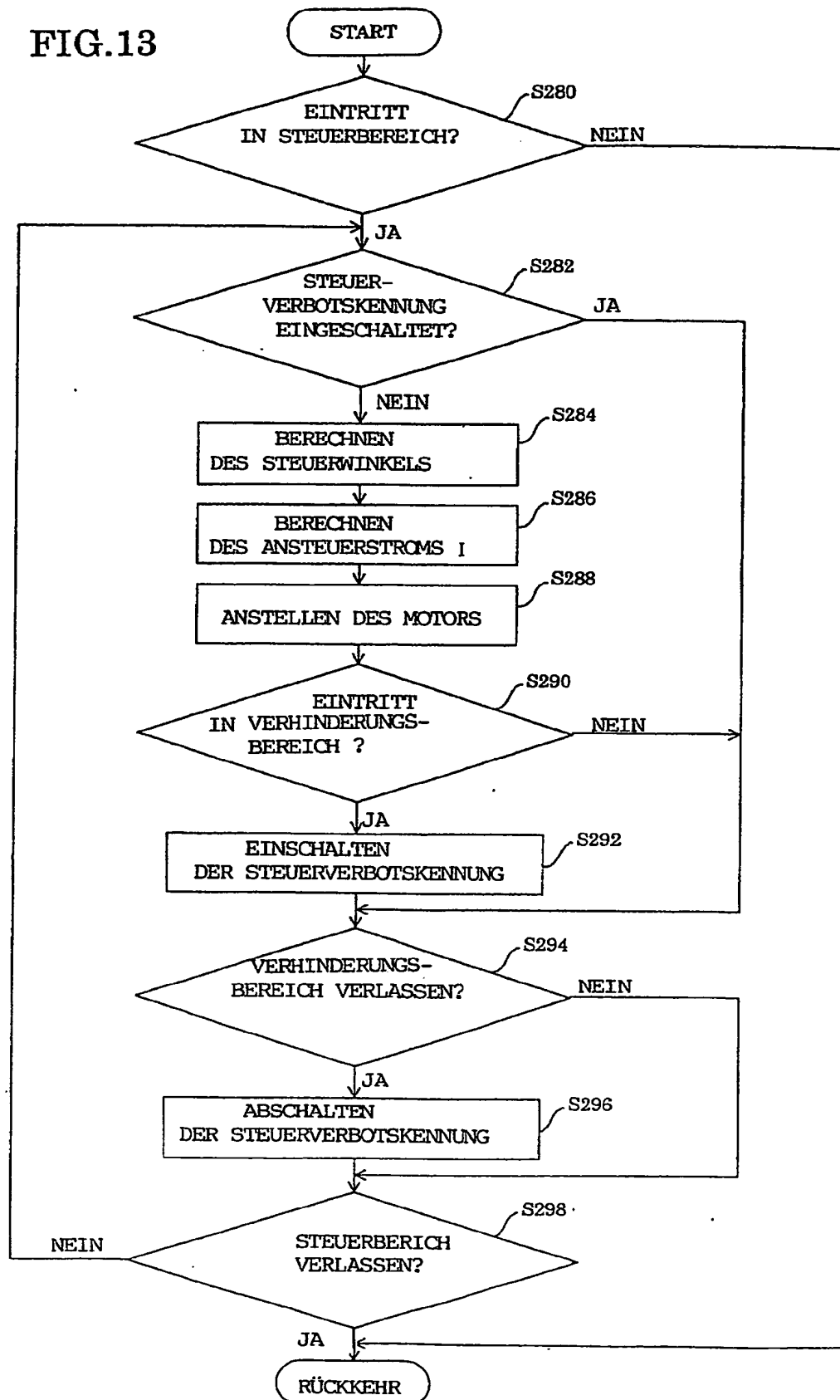


FIG.14

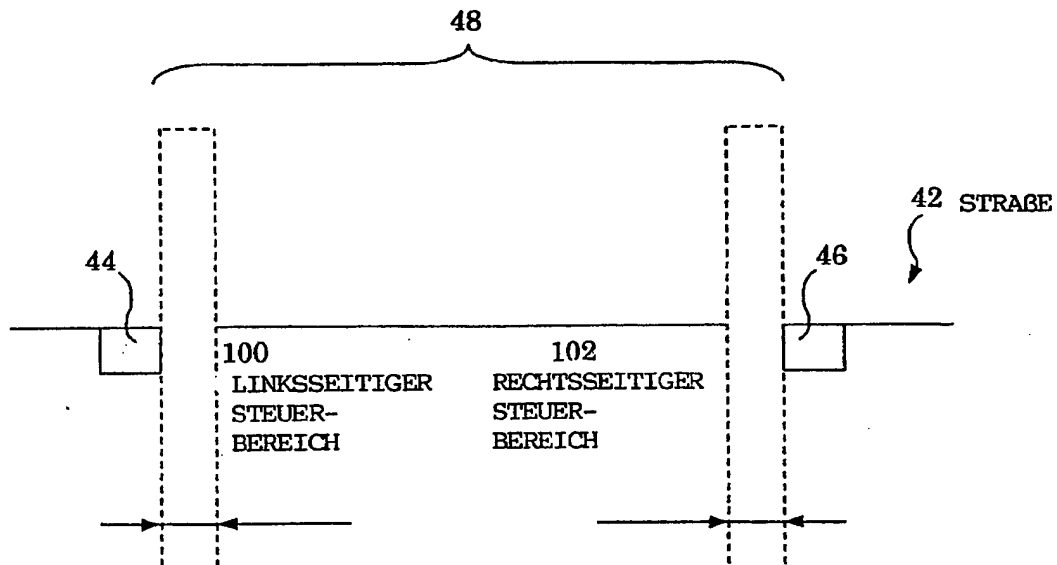


FIG.15

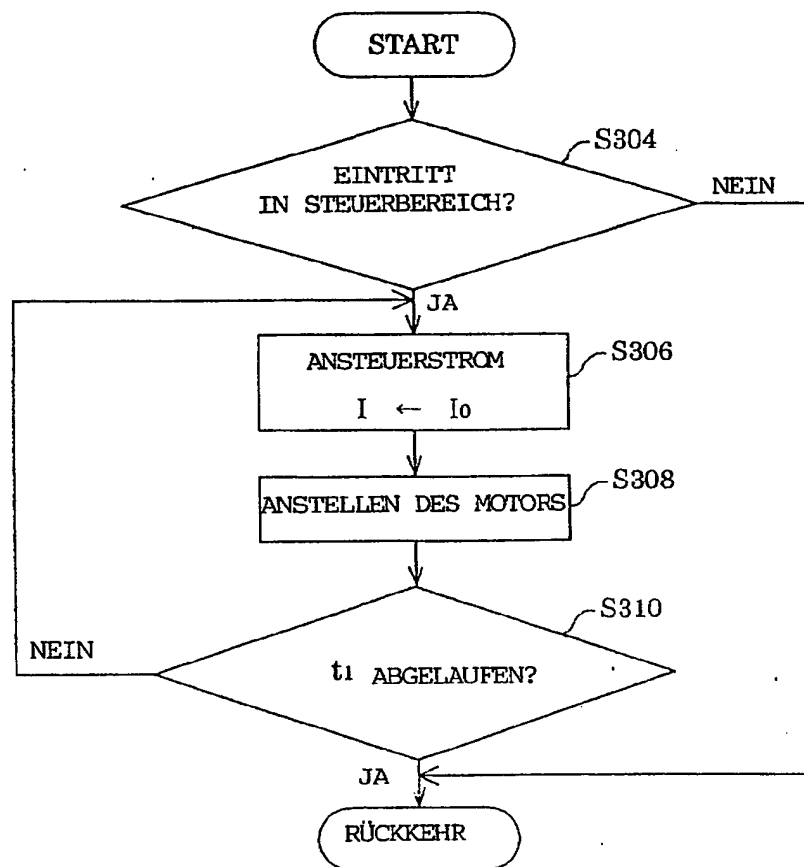


FIG.16

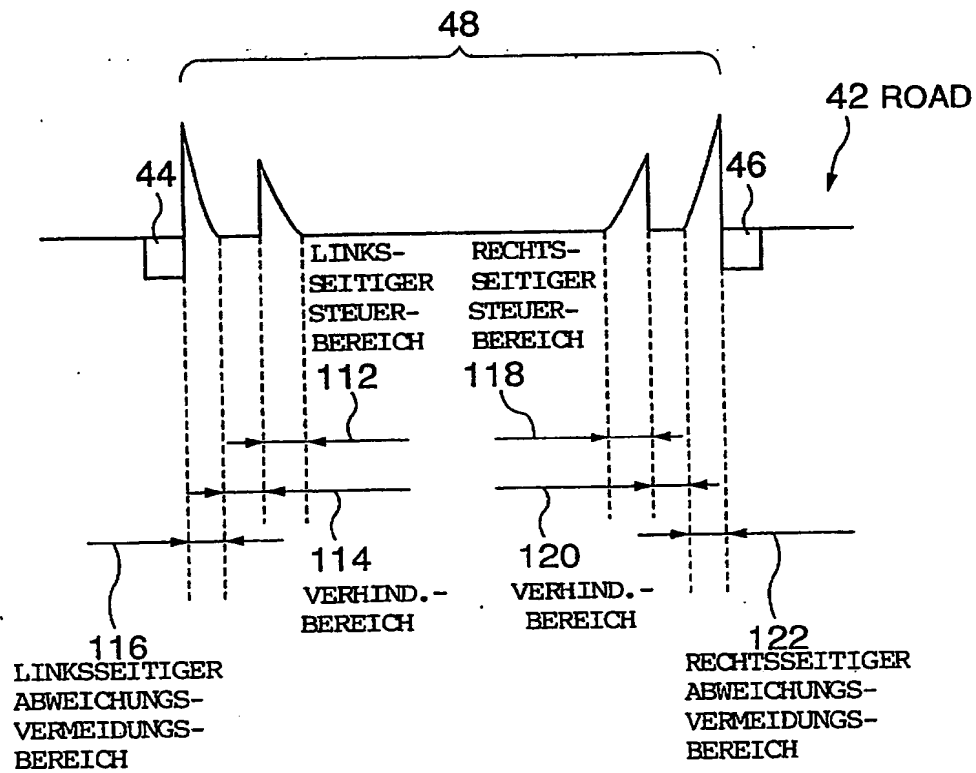


FIG. 17

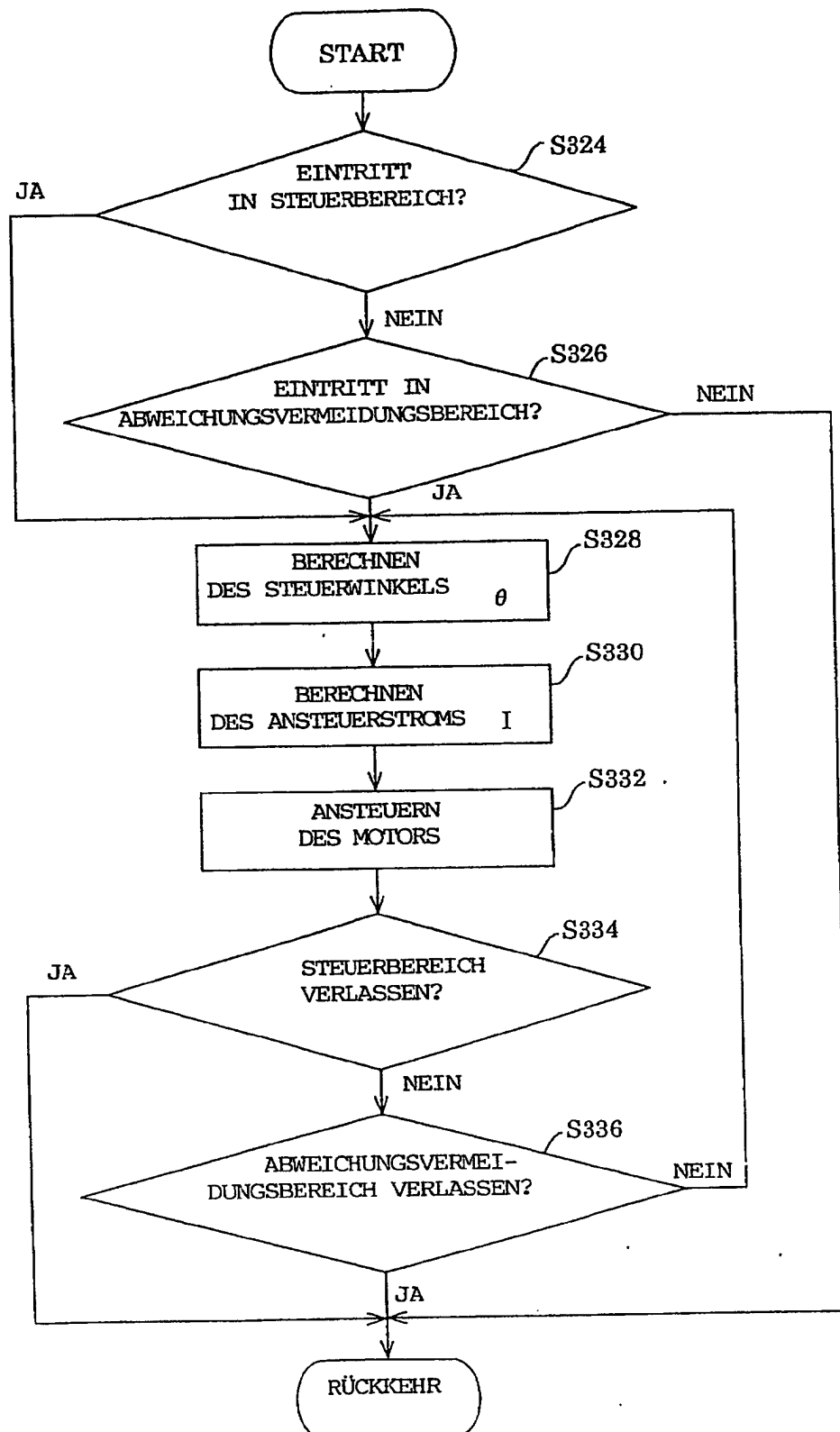


FIG. 18

48

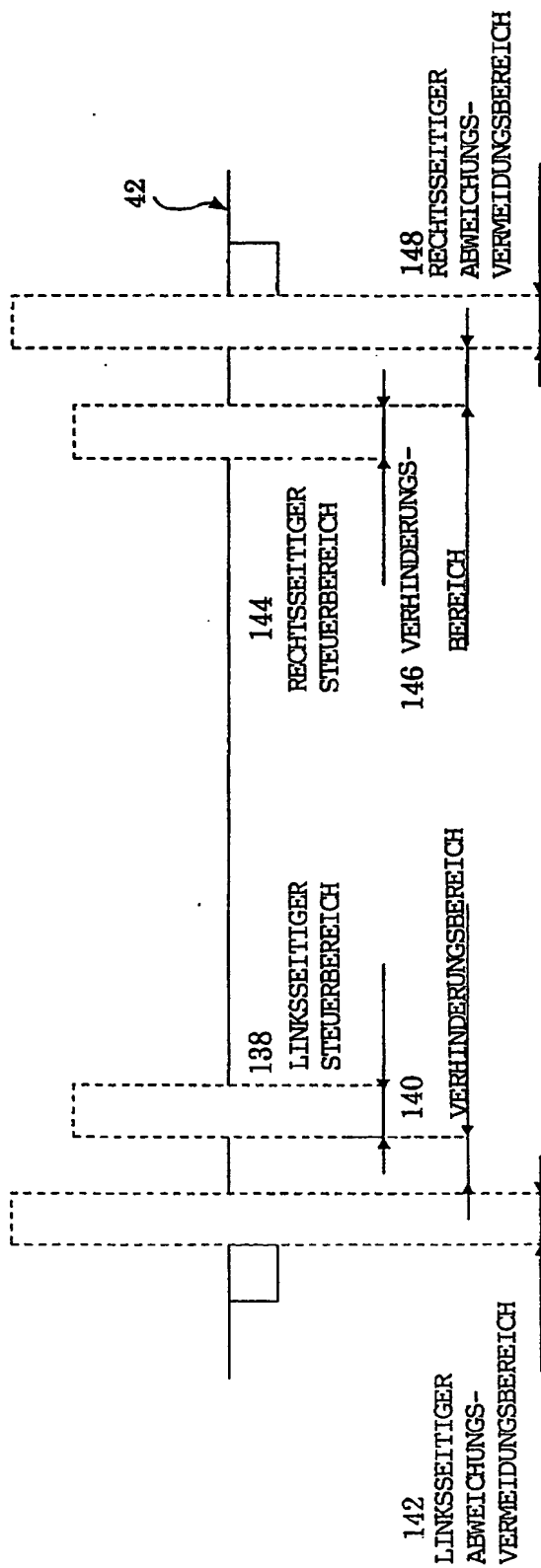


FIG.19

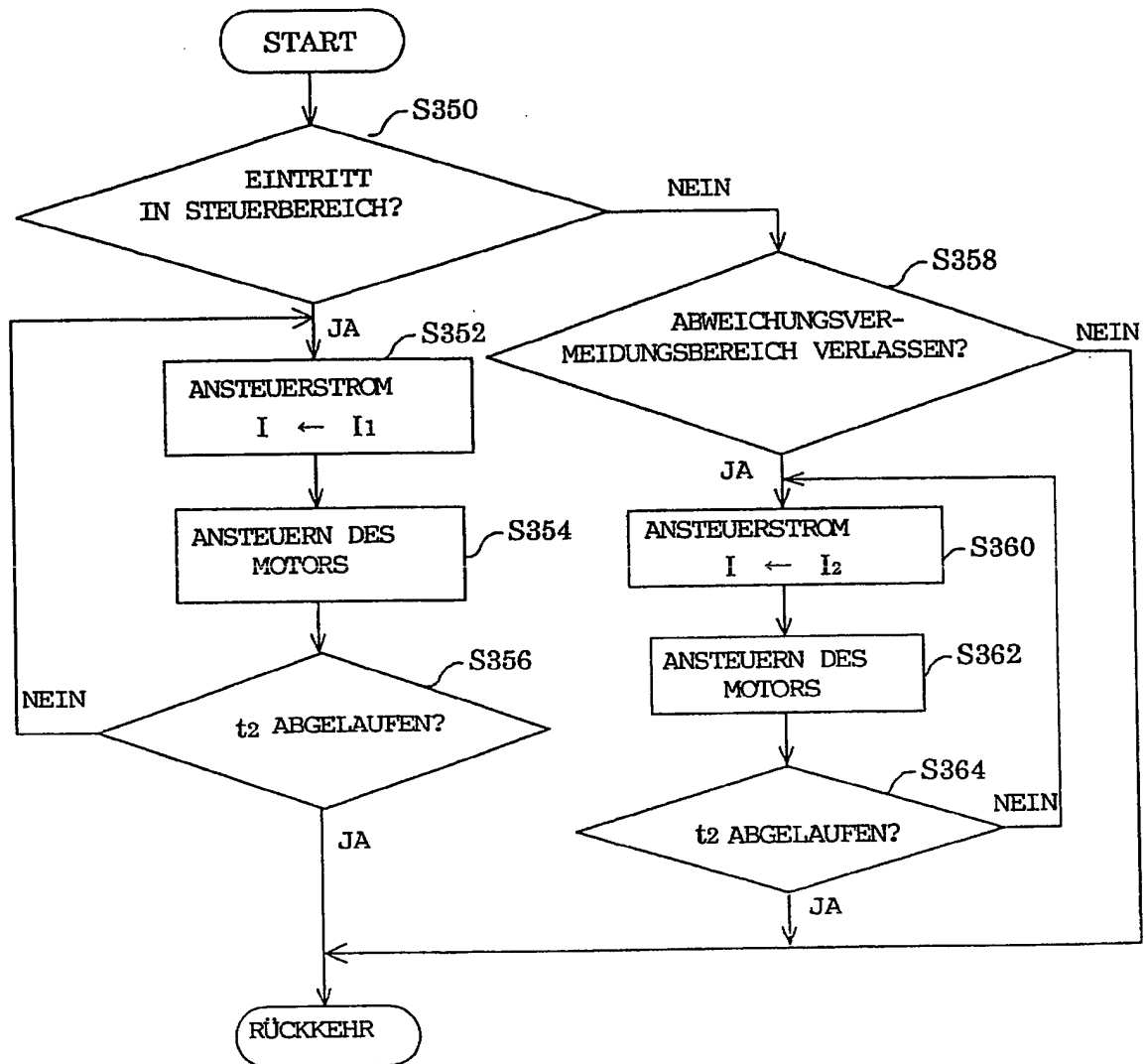


FIG.20

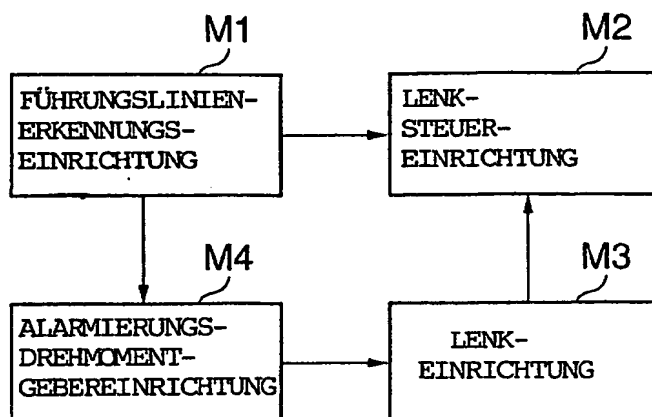


FIG.21

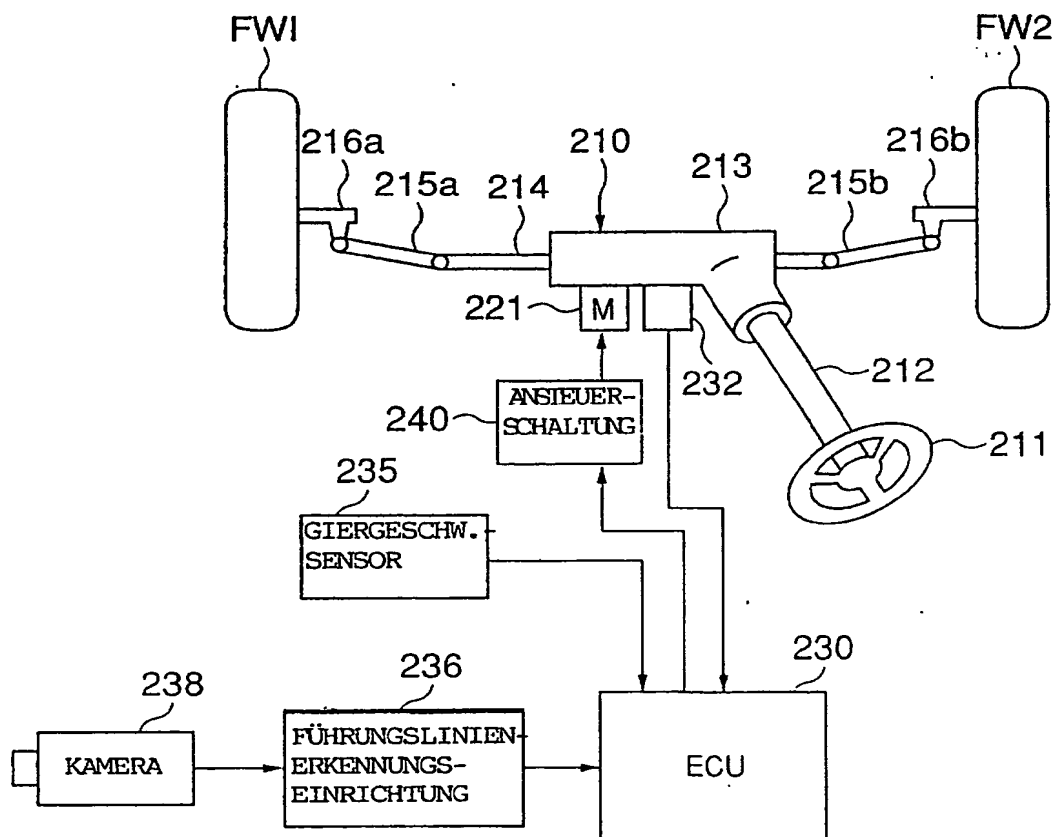


FIG.22

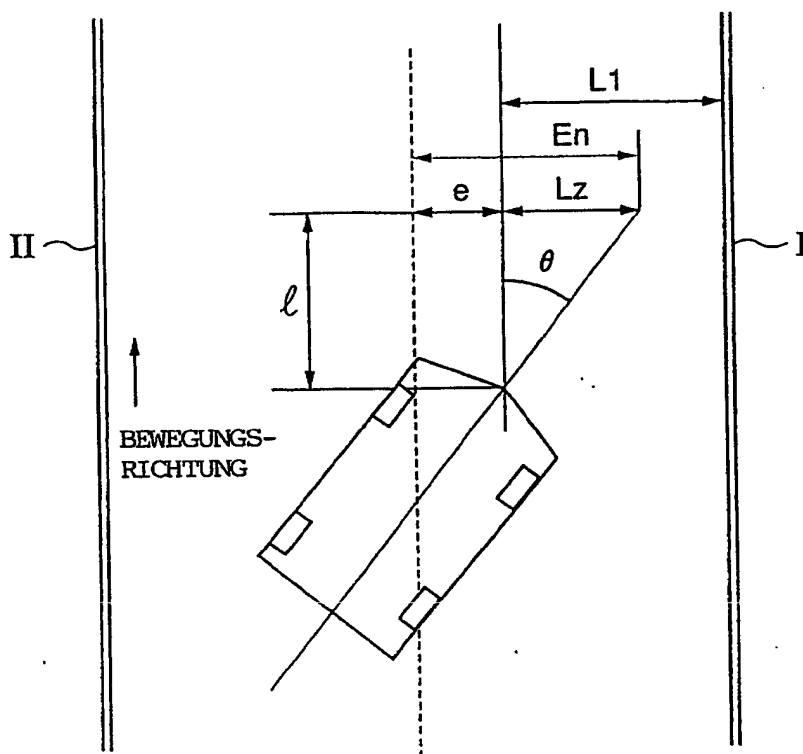


FIG.23

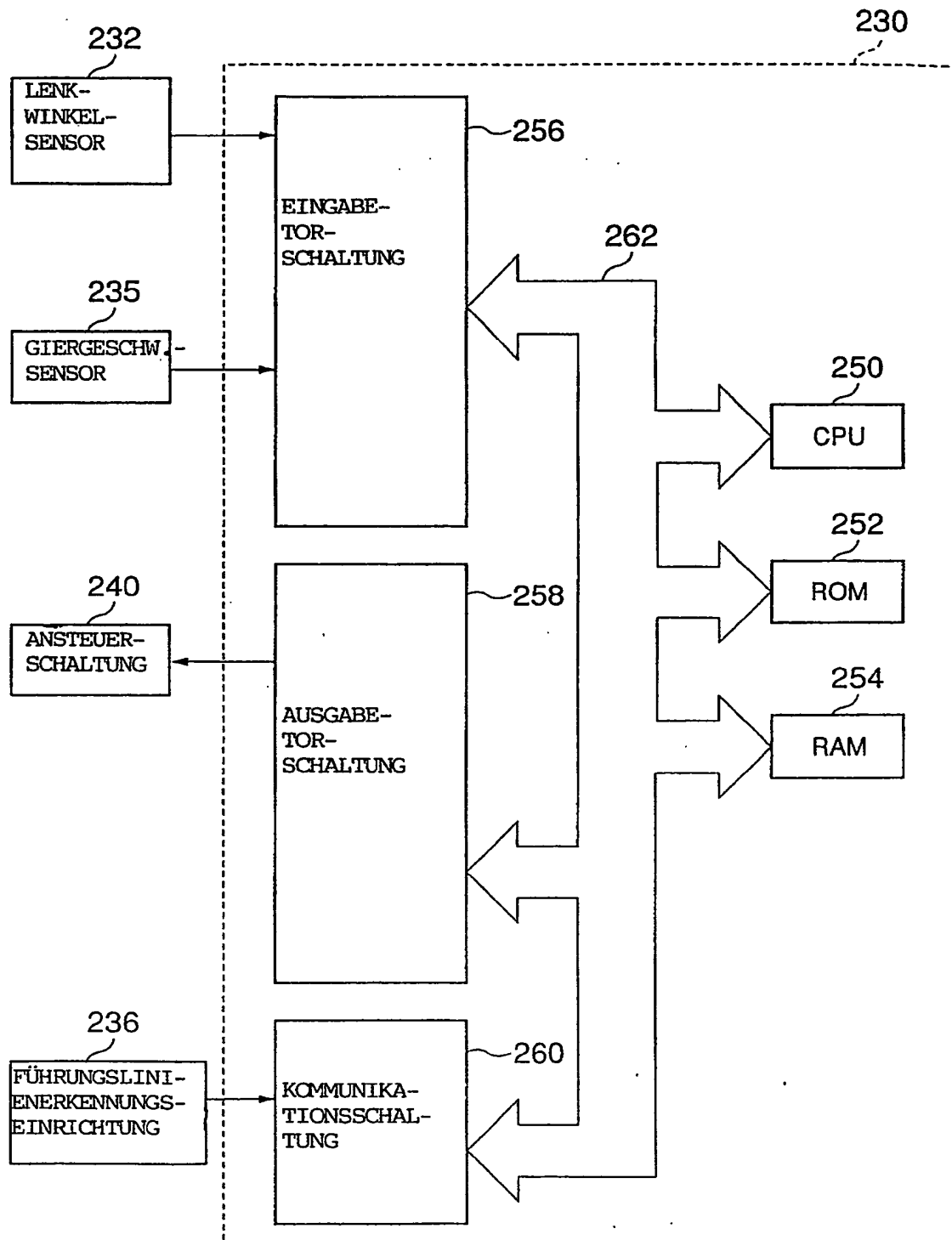


FIG.24

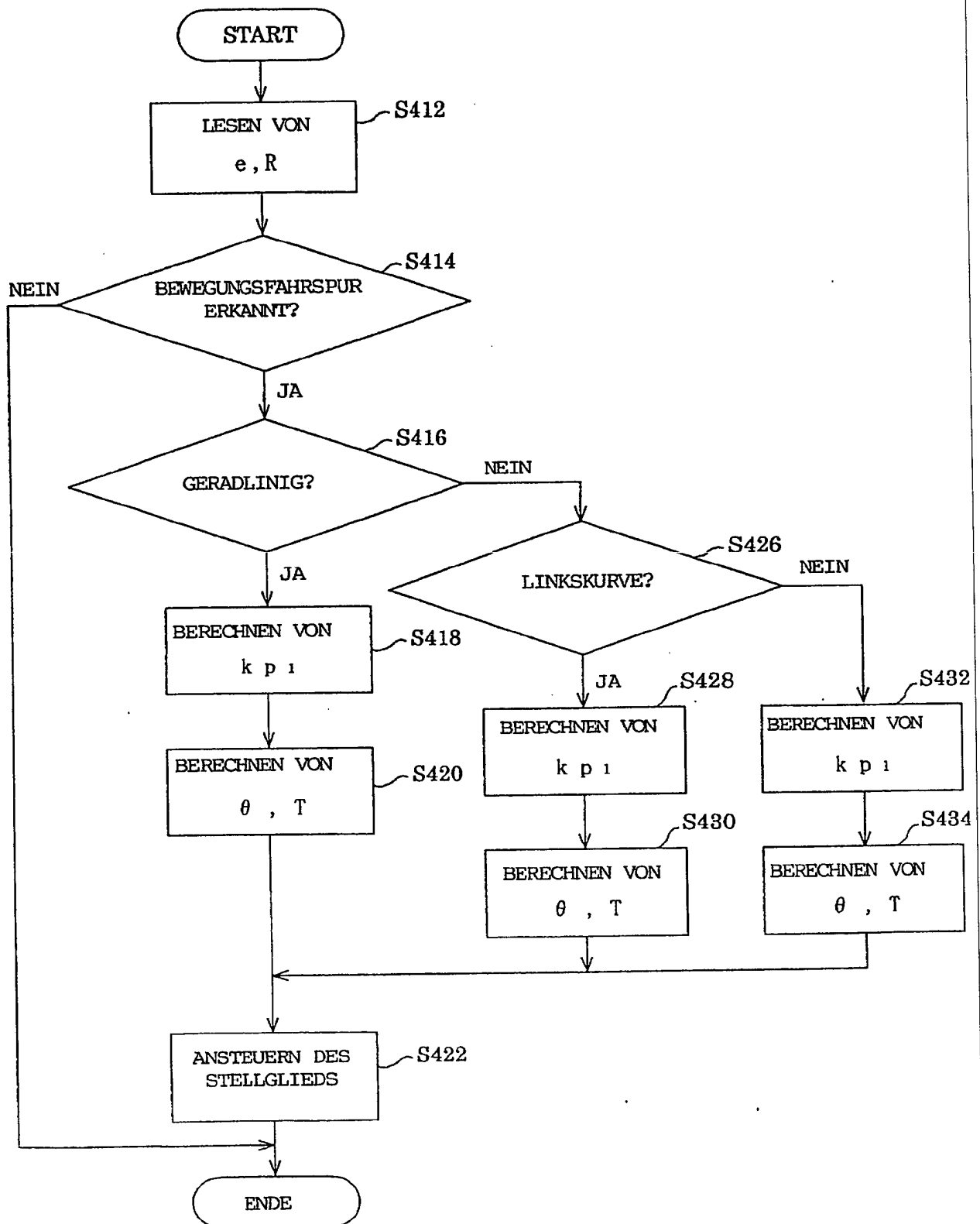


FIG.25

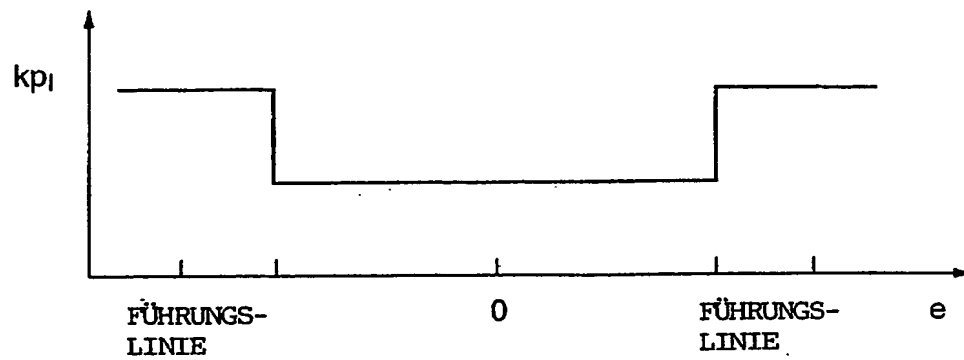


FIG.26

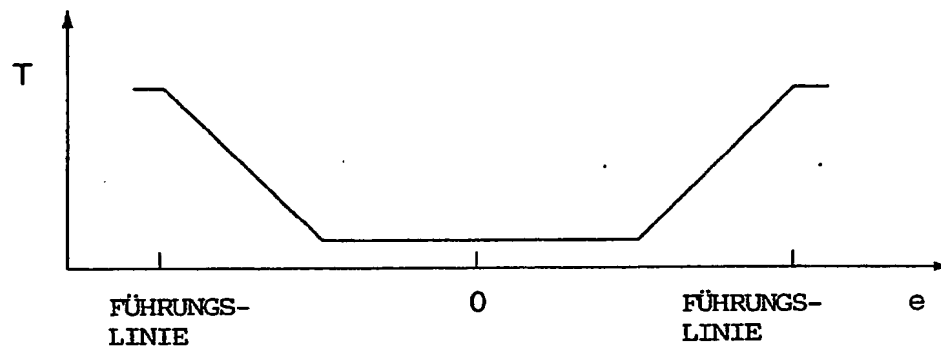


FIG.27

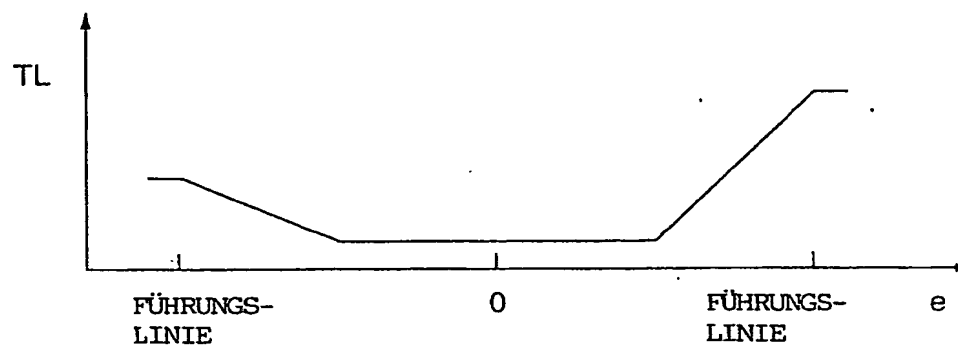


FIG.28

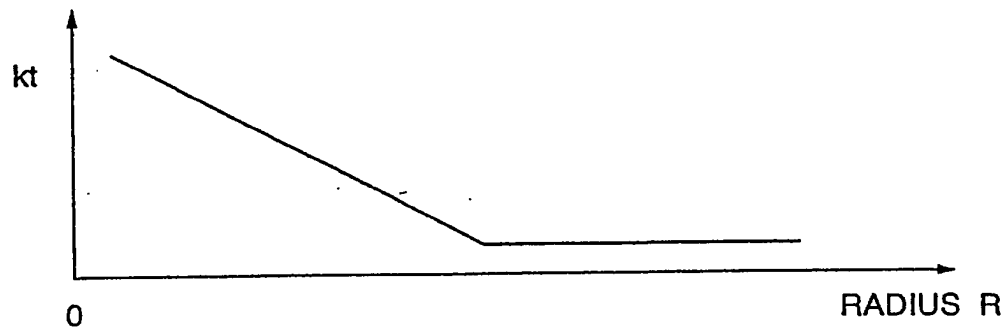


FIG.29

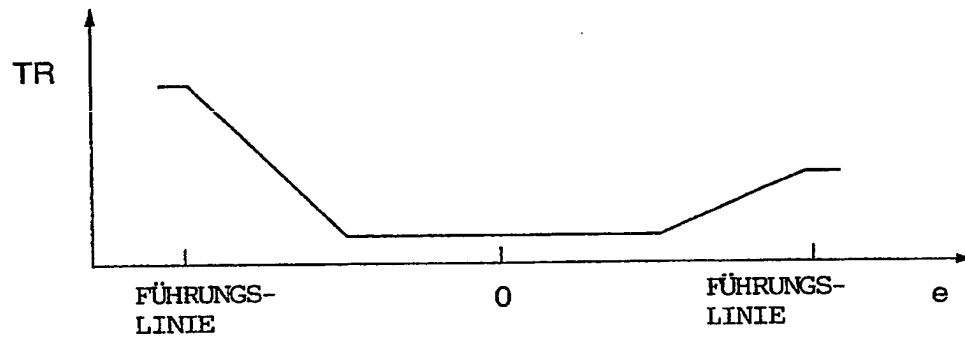


FIG.30

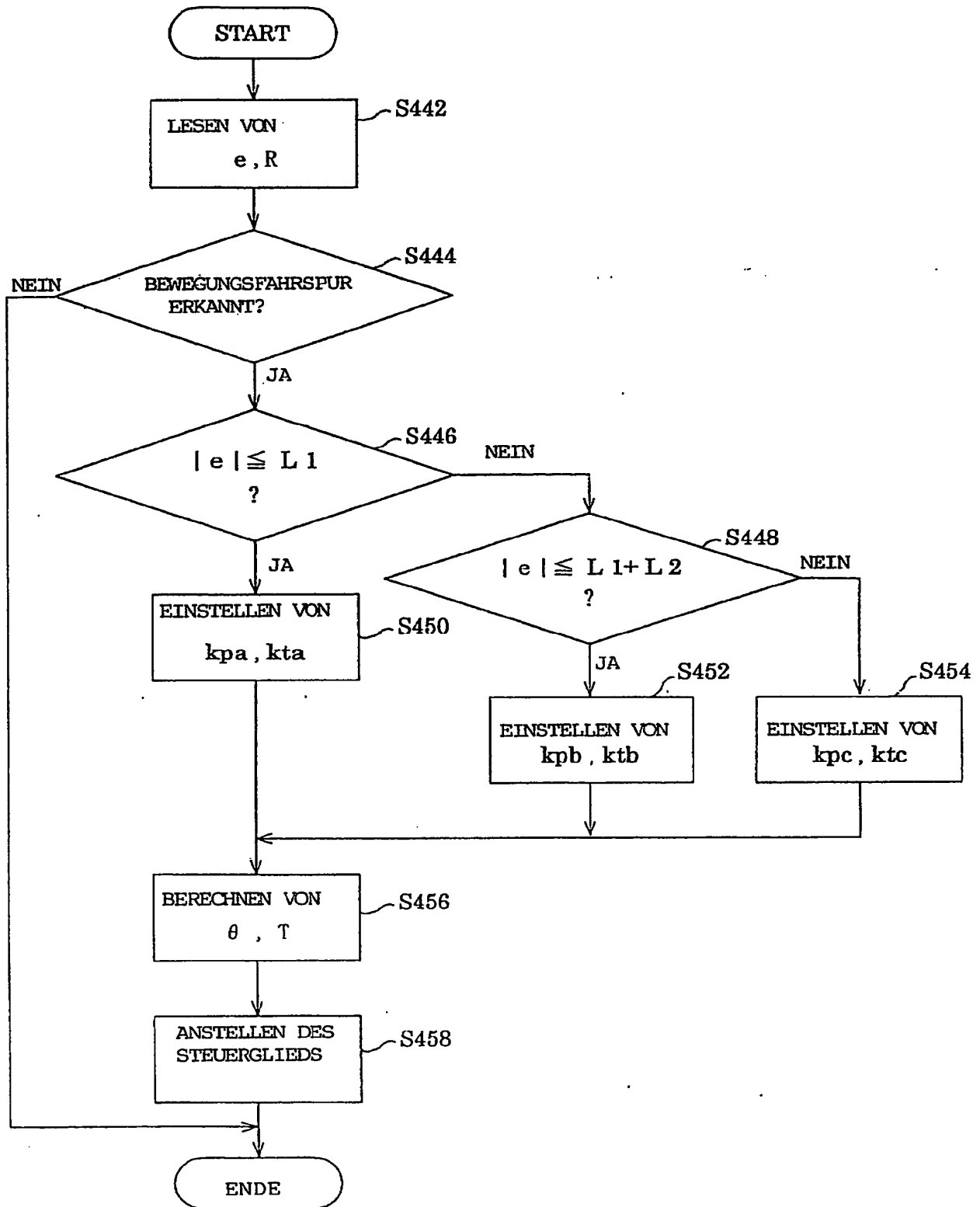


FIG.31

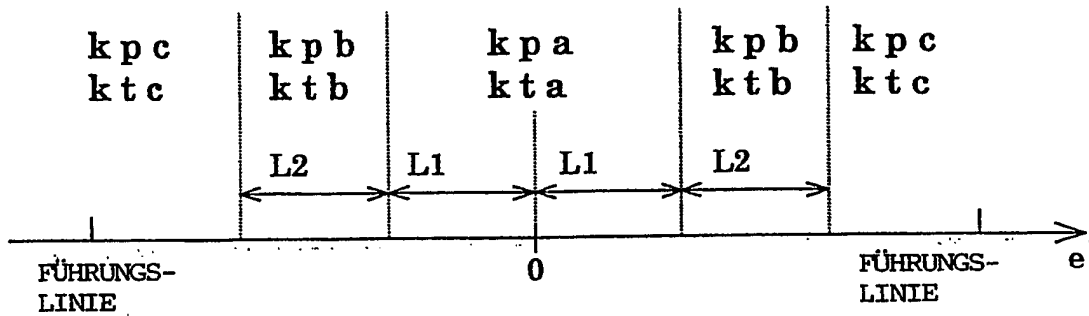


FIG.32

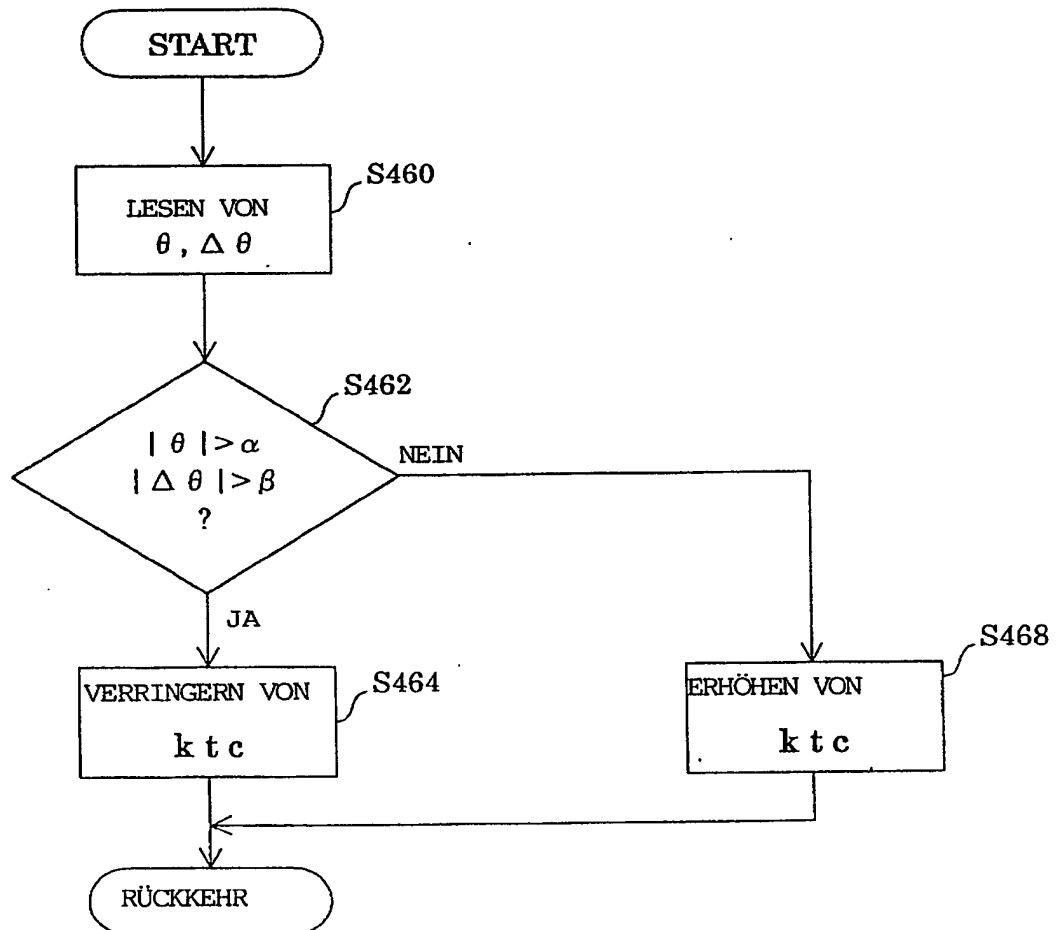


FIG.33

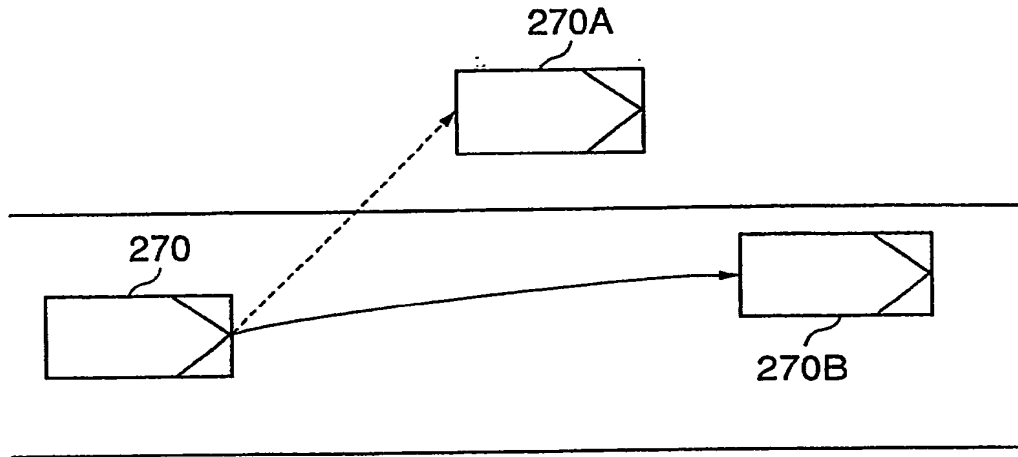


FIG.34

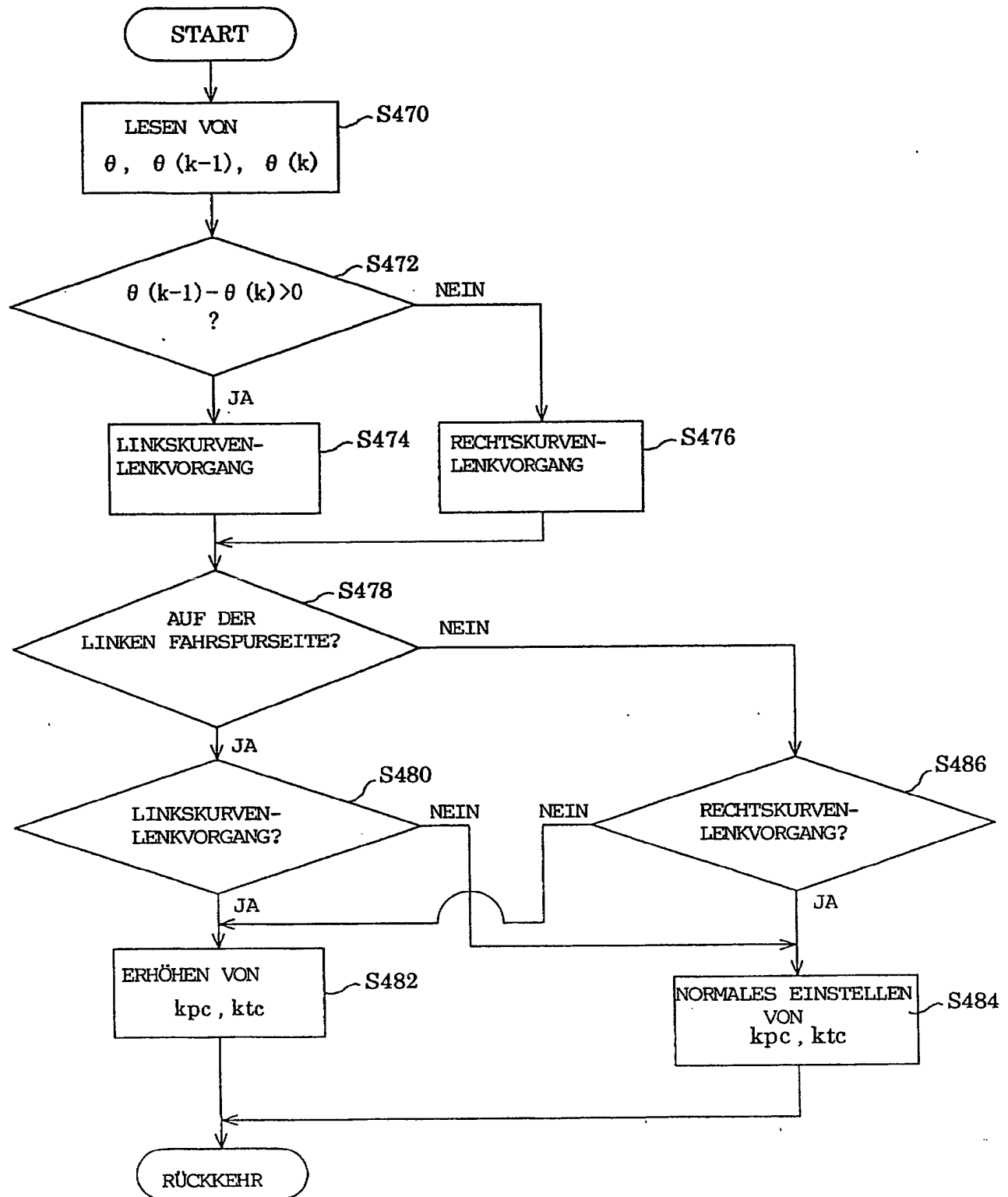


FIG.35

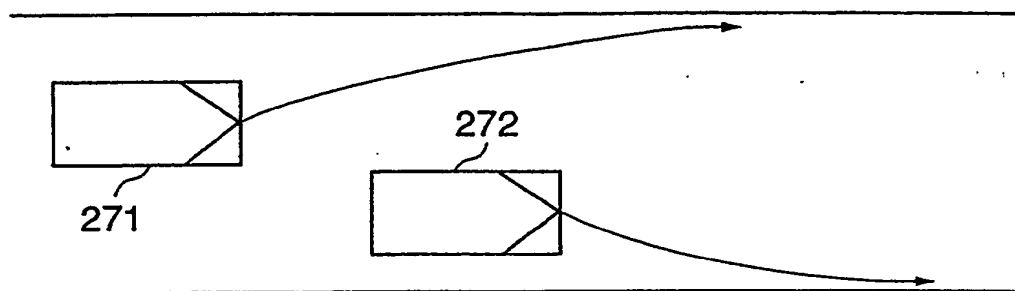


FIG.36

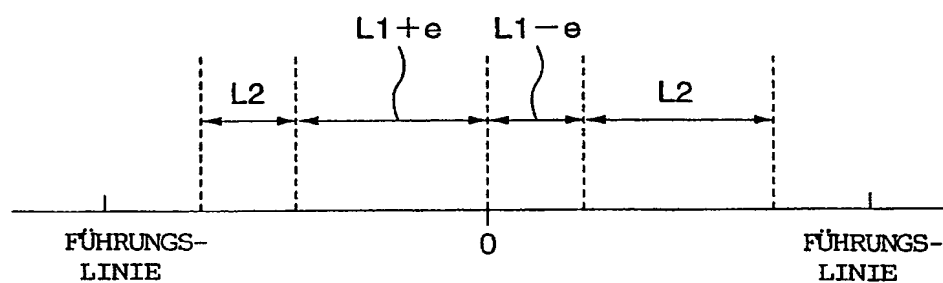


FIG.37

